

SUMÁRIO

Áreas temáticas mistas

Estudos de Ciências da Saúde

Perfil de diagnósticos de enfermagem em pacientes com úlceras crônicas em membros inferiores.....01

Lorraine Kelle Tolentino Ribeiro

Adriana Cristina de Santana

Odilene Gonçalves

Mapeamento de cuidados de enfermagem no atendimento a pacientes com feridas crônicas em membros inferiores.....15

Lara Lúcia Aparecida Fonseca

Adriana Cristina de Santana

Odilene Gonçalves

Diagnósticos de enfermagem da Nanda identificados em pacientes com fraturas em membros inferiores.....31

Patrícia Antunes Fara

Adriana Cristina de Santana

Perfil de adolescentes grávidas de uma unidade de atenção primária à saúde do município de Patos de Minas-MG.....43

Amanda Cristina Caixeta

Natália de Gonçalves Amâncio

Estudo da anatomia humana: um relato de experiência.....62

Lorena Marques de Piau Vieira

Kelen Cristina Estavanate de Castro

Tratamento da hipertensão arterial sistêmica: revisão literária.....75

Larissa Luane de Carvalho

Alessandro Reis

Estudos de Ciências Exatas e Ciências da Terra

Nanomateriais aplicados ao concreto.....86

Walison de Castro Freitas

Henrique César Moura Goulart

Eduardo Pains de Moraes

Análise comparativa da resistência do concreto adensado manual e mecanicamente.....94

Márcio Fernando Oliveira

Sandra Lúcia Nogueira

| | |
|---|------------|
| Utilização de resíduos de mármore e granito em reforços de solos para composição de camadas de subleitos de rodovias pavimentadas..... | 111 |
| Lorena Aparecida Silva Nancy Tiemi Isewaki | |
| Estudo do desempenho de argamassas de revestimento com substituição da areia de rio por areia de britagem de rocha..... | 130 |
| Rangel de Abreu Moreira da Silva Douglas Ribeiro Oliveira Rogério Borges Vieira | |
| Análise de patologias e de desempenho de revestimentos de placas cerâmicas..... | 149 |
| Thaís Duarte Sousa França Rogério Borges Vieira Douglas Ribeiro Oliveira | |
| Dosagem de concretos leves de alto desempenho com pérolas de poliestireno expandido e escória de alto forno..... | 161 |
| Camila de Oliveira Santos Sheilla Pereira Vieira Douglas Ribeiro Oliveira | |
| Utilização do mesocarpo do coco para tratamento de efluente têxtil..... | 181 |
| Natália Carolina de Araújo Dayene do Carmo Carvalho | |
| Caracterização do lodo de estação de tratamento de esgoto para aplicação em cobertura de aterros sanitários..... | 197 |
| Ana Carolina Martins Matos Nancy Tiemi Isewaki | |
| Avaliação do processo de verificação intermediária de calibração de instrumentos em laboratório de análise ambiental..... | 219 |
| Diego Roberto Silva Fernando Dias da Silva | |
| Desenvolvimento de um chatbot para auxílio no processo de aprendizagem através do método de memorização exponencial efetivo na base binária..... | 227 |
| Gleicy Tatiane de Lima Mislene Dalila da Silva | |
| Qualidade física e microbiológica de ovos caipiras comercializados no Mercado Municipal de Patos de Minas-MG..... | 240 |
| Caio Silva Quirino Luiz Fernando Rocha Botelho | |

Avaliação do potencial carcinogênico da somatotropina bovina recombinante (BST-r) em *Drosophila melanogaster*.....250

Leonardo Bruno Borges Gonçalves

Priscila Capelari Orsolin

***Metarhizium anisopliae* como agente de biocontrole do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.....266**

Nayara Maria de Oliveira

Marília Luiza dos Reis Sousa

Thays Stella Barcelos Dias

Cleiton Burnier Oliveira

Ronnie Carlos Pereira

Alice Pratas Glycério de Freitas

Avaliação da distribuição espacial da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) em pós-colheita com o uso de armadilhas contendo semioquímicos.....278

André Luís Caixeta de Oliveira

Marcílio Henrique Brandão

Walter Vieira da Cunha

Acidente de trajeto no Brasil e suas implicações.....289

Régis Marcelo Pereira

Sheilla Pereira Vieira

Estudos de Ciências Humanas

Estudo de Caso Udibike: Sistema de compartilhamento de bicicletas de Uberlândia/MG.....308

Izabela de Deus Andrade

Mara Nogueira Porto

Perfil de diagnósticos de enfermagem em pacientes com úlceras crônicas em membros inferiores

Prolife of nursing diagnoses in patients with chronic ulcers in the lower limbs



Lorraine Kelle Tolentino Ribeiro

Discente do Curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
e-mail: lorraine_15@hotmail.com

Adriana Cristina de Santana

Docente do curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
Mestre em Enfermagem pela UFG/GO. e-mail: adrianacs@unipam.edu.br

Odilene Gonçalves

Docente do curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
Mestre em Promoção em Ciências em Saúde/UNIFRAN. e-mail: odilene@unipam.edu.br

RESUMO: Este estudo objetivou identificar o perfil de diagnósticos de enfermagem em pacientes com úlceras crônicas em membros inferiores atendidos em um ambulatório de feridas de uma instituição educacional de ensino superior, com participação de 18 pacientes. Trata-se de um estudo descritivo com abordagem quantitativa. O maior número de pacientes (61,1%) pertenciam ao gênero masculino. A faixa etária predominante foi de 40 a 60 anos, com 11 (61,1%) pacientes, e 10 (55,6%) eram casados ou tinham união estável. Quanto ao histórico familiar, em nove (50%) pacientes havia presença de lesão em algum familiar. Dentre os pacientes que apresentavam histórico para úlceras vasculogênicas, seis (33,3 %) dizem ter ocorrido no pai e ou mãe. Todos os pacientes apresentavam insuficiência vascular crônica como agravo de saúde. Os diagnósticos prevalentes nos pacientes (100%) foram os seguintes: integridade da pele prejudicada, deambulação prejudicada, dor crônica, perfusão tissular ineficaz, risco de infecção e risco de queda.

PALAVRAS-CHAVE: Úlcera da perna. Terminologia como assunto. Cuidados de enfermagem.

ABSTRACT: This study aimed to identify the profile of nursing diagnoses in patients with chronic ulcers in the lower limbs, attended at a wounds outpatient clinic of a college, with the participation of 18 patients. This is a descriptive study with a quantitative approach. The largest number of patients (61,1%) belonged to the male gender. The predominant age ranged from 40 to 60 years old in 11 (61,1 %) patients, and 10 (55,6%) were married or had

a stale union. Regarding the patient's family history, in nine (50 %) patients there is the presence of injury in some family member. Among the patients who presented a history of vasculogenic ulcers, six (33,3 %) reported having occurred in the father and/or mother. All patients presented chronic vascular insufficiency as an aggravation of health. The diagnoses prevalent in patients (100 %) were as follows: impaired skin integrity, impaired ambulation, chronic pain, ineffective tissue perfusion, risk of infection and risk of falling.

KEYWORDS: Leg ulcer. Terminology as subject. Nursing care.

INTRODUÇÃO

Uma lesão é considerada crônica quando seu período de cicatrização é longo. Um sinal de cronicidade pode ser observado quando este tempo for superior a quatro semanas. Dentre as feridas crônicas mais frequentes estão as úlceras causadas por pressão e as úlceras de perna. As úlceras de membros inferiores trazem grandes impactos socioeconômicos tanto para o indivíduo, quanto para a sociedade (PASSADOURO *et al.*, 2016).

As úlceras crônicas em membros inferiores atingem principalmente a população mais idosa, diabética e/ou com outras doenças crônicas não transmissíveis. Essas lesões constituem um sério problema de saúde pública, as quais são responsáveis por considerável impacto econômico aos sistemas de saúde e determinantes de grande sofrimento e isolamento das pessoas, provocando igualmente o absenteísmo e o desemprego (GEOVANINI, 2014).

De acordo com Martins *et al.* (2010), as úlceras de perna evidenciam um enorme desafio para os profissionais de saúde, devido a sua complexidade e recorrência, as quais podem ser classificadas em arteriais, venosas, mistas, pés diabéticos, hansênicos e leishmanióticos.

É importante que o enfermeiro tenha conhecimento técnico e científico baseado em evidências sobre o tratamento das úlceras em membros inferiores, as comorbidades associadas e os hábitos de vida das pessoas acometidas, pois isso permitirá que o profissional identifique os possíveis diagnósticos de enfermagem, planeje e implemente os cuidados e as medidas terapêuticas específicas em prol da cicatrização da úlcera (SOUZA *et al.*, 2015).

O tratamento dessas úlceras crônicas de membros inferiores requer atenção do profissional de saúde, devido à cronicidade. A assistência de enfermagem deve ser integral com enfoque no atendimento das necessidades humanas básicas afetadas visando o desenvolvimento do autocuidado pelo paciente para evitar recidivas de lesões e cicatrização em menor tempo (SOUZA *et al.*, 2015).

Neste sentido, a partir de um modelo teórico, torna-se possível levantar os diagnósticos de enfermagem como parte integrante do processo de enfermagem. Atualmente existem taxonomias que podem ser úteis para a prática do enfermeiro. Os diagnósticos de enfermagem da NANDA-I, a Nursing Intervention Classification (NIC) e a Nursing Outcomes Classification (NOC) são classificações que possibili-

tam identificar os problemas e a variedade de intervenções compatíveis com a prática de enfermagem, bem como nortear a avaliação das intervenções implementadas possibilitando a padronização da linguagem e a avaliação da eficiência das ações de enfermagem (VITOR, 2015; BULECHEK, 2016; NANDA, 2015; JOHNSON, 2010).

Este estudo possibilitou identificar o perfil de diagnósticos de enfermagem a partir do modelo teórico de Horta (1979) e da Taxonomia II de Enfermagem NANDA-I (2016), tornando possível padronizar os cuidados de enfermagem realizados. Ao identificar os diagnósticos de enfermagem padronizados, será possível realizar outras pesquisas com o intuito de construir um instrumento de coleta de dados. Esse instrumento poderá servir como parte integrante da implantação do processo de enfermagem durante a consulta de enfermagem realizada pelos acadêmicos e pelo enfermeiro no atendimento às pessoas com úlceras em membros inferiores, neste ambulatório de feridas na instituição pesquisada.

Assim, este estudo teve como propósito identificar o perfil de diagnósticos de enfermagem em pacientes com úlceras crônicas em membros inferiores atendidos em um ambulatório de feridas de uma instituição educacional de ensino superior localizada na região do Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais. Para tanto, foram elencados os seguintes objetivos específicos: levantar as características sociodemográficas e conhecer os agravos de saúde dos pacientes.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem quantitativa, realizado em um ambulatório de feridas de uma instituição educacional de ensino superior localizada na região do Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais. A população do estudo foi composta por pacientes adultos com úlceras crônicas em membros inferiores, de ambos os sexos, que aceitaram participar da pesquisa no período de abril a maio de 2017.

Para a coleta de dados foram utilizados dois instrumentos. O primeiro instrumento teve a finalidade de coletar dados de enfermagem para indivíduos adultos com base no modelo teórico das Necessidades Humanas Básicas de Wanda Aguiar Horta, e assim, as variáveis coletadas estiveram relacionadas às necessidades psicobiológicas, psicossociais e psicoespirituais afetadas propostas pela teórica. O segundo instrumento foi o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), para avaliar a capacidade cognitiva e adequada de compreensão e verbalização dos 25 pacientes em tratamento.

O primeiro instrumento aplicado foi o MEEM o qual permitiu avaliar a orientação, a capacidade de registro dos pacientes, a atenção, o cálculo, a evocação e a linguagem. Dentre os 25 pacientes, sete não possuíam capacidade cognitiva e adequada de compreensão e verbalização. A partir do resultado do MEEM, foi aplicado posteriormente o instrumento baseado no modelo Teórico de Wanda Aguiar Horta, nos 18 pacientes participantes, por meio do preenchimento da anamnese e do exame físico.

Os dados coletados foram examinados com base no processo de raciocínio diagnóstico proposto e abrangeram as seguintes etapas: coleta de informações, interpretação das informações, agrupamento de informações e denominação do agrupamento. Nesta última etapa, foram formulados os diagnósticos de enfermagem com base na taxonomia da NANDA-I (2015). O processo de raciocínio diagnóstico foi realizado por dois pesquisadores com experiência em desenvolvimento do processo de enfermagem e elaboração de diagnósticos de enfermagem.

Em caso de divergências para titulação dos diagnósticos de enfermagem, ocorreu um processo de discussão para reflexão, até chegar ao consenso do diagnóstico de enfermagem obtido. Os diagnósticos de enfermagem foram analisados quanto à frequência simples e percentual de suas categorias.

Foram observados os princípios éticos durante a realização do estudo, dispostos na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, o qual foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, vinculada ao estudo, obtendo a aprovação com CAAE: 61644116.0.0000.5549 e nº do parecer: 1.917.082/2017. Os 18 participantes foram esclarecidos quanto ao estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido previamente à anamnese e ao exame físico.

Os resultados parciais foram organizados por meio do *Statistic Package for Social Sciences® for Windows* (versão 23.0), analisados por meio de estatísticas descritivas, apresentados em tabelas e discutidos com base na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados sociodemográficos obtidos junto aos pacientes investigados podem ser visualizados na Tabela 1. Dentre os 18 pacientes em estudo, 11 (61,1%) pertenciam ao gênero masculino e sete (38,9%) ao feminino. A idade variou de 43 a 84 anos, e a faixa etária mais frequente foi de 40 a 60 anos (61,1%).

TABELA 1. Caracterização dos pacientes (n=18) com úlceras em membros inferiores. Patos de Minas – abr. 2017 – maio 2017

| VARIÁVEIS | Nº | % |
|----------------------------|----|------|
| Gênero | | |
| Masculino | 11 | 61,1 |
| Feminino | 7 | 38,9 |
| Faixa etária (anos) | | |
| 40 – 60 | 11 | 61,1 |
| 61 – 80 | 5 | 27,8 |
| < 81 | 2 | 11,1 |
| Estado civil | | |
| Solteiro | 4 | 22,2 |
| Casado | 7 | 38,8 |
| União estável | 3 | 16,7 |

| | | |
|--|-----------|------------|
| Viúvo | 3 | 16,7 |
| Separado/divorciado | 1 | 5,6 |
| Aspecto socioeconômico | | |
| Sozinho | 4 | 22,2 |
| Outras pessoas (familiares) | 14 | 77,8 |
| Escolaridade | | |
| Analfabeto | 1 | 5,6 |
| Até terceira série do ensino fundamental | 4 | 22,2 |
| De quarta a sétima série | 6 | 33,3 |
| Ensino fundamental completo | 1 | 5,6 |
| Ensino médio incompleto | 1 | 5,6 |
| Ensino médio completo | 4 | 22,2 |
| Ensino superior incompleto | 1 | 5,6 |
| Situação atual de trabalho | | |
| Afastado | 1 | 5,6 |
| Em atividade | 3 | 16,7 |
| Aposentado | 14 | 77,8 |
| 1 a menos de 3 salários mínimos | 14 | 77,8 |
| 3 ou mais salários mínimos | 4 | 22,2 |
| Renda pessoal | | |
| 1 a menos de 3 salários mínimos | 14 | 77,8 |
| 3 ou mais salários mínimos | 4 | 22,2 |
| Condição de moradia | | |
| Casa própria | 15 | 83,3 |
| Casa alugada | 2 | 11,1 |
| Casa cedida | 1 | 5,6 |
| Tipo de construção | | |
| Alvenaria | 18 | 100 |
| Rede de esgoto | | |
| Sim | 17 | 94,4 |
| Não | 1 | 5,6 |
| Água encanada | | |
| Sim | 17 | 94,4 |
| Não | 1 | 5,6 |
| Eletricidade | | |
| Sim | 18 | 100 |
| Não | 0 | 0 |
| Coleta de lixo | | |
| Sim | 17 | 94,4 |
| Não | 1 | 5,6 |
| TOTAL | 18 | 100 |

Fonte: Autoria própria, 2017

Neste estudo, as úlceras em membros inferiores ocorreram em maior frequência no sexo masculino. No entanto, a população deste estudo, por ser pequena, não possibilitou a comparação com outros estudos, os quais encontraram

resultados semelhantes. Em contrapartida, observa-se que as úlceras acometem mais a população feminina. Esse alto índice discorrido está associado ao uso de hormônios, à longevidade e às alterações metabólicas que acontecem no período da menopausa. Esses fatores têm forte ligação com o surgimento das úlceras vasculares, sendo importante que os profissionais de enfermagem realizem orientações que viabilizem a promoção da saúde a estes pacientes (LEITE, 2013).

O aumento da expectativa de vida e a proteção da capacidade funcional estão associados ao surgimento de feridas em indivíduos com maior idade, como foi encontrado nesta pesquisa, em que as lesões mais frequentes surgiram em pacientes com faixa etária entre 40 e 60 anos, compreendendo 11 pacientes (61,1%). Dados semelhantes ocorreram em pesquisas anteriores de caracterização sociodemográfica entre os anos 2007 a 2012, quando foram encontrados pacientes com faixa etária entre 61 e 70 anos, uma média de 55 anos (LIEDKE *et al.*, 2014).

A partir do envelhecimento, ocorre a fragilidade da pele e a diminuição da produção de colágeno, e a resposta imunológica estará limitada, o que poderá retardar a cicatrização. A pele, com o passar do tempo, perde a capacidade de agir como barreira contra fatores extrínsecos, tornando-se uma pele ressecada, delicada, rígida e rugosa. Assim, os enfermeiros precisam estar preparados para a avaliação da integridade da pele e da circulação venosa e arterial dos membros inferiores para detectar o mais precocemente as alterações e planejar cuidados preventivos para evitar o desenvolvimento das úlceras em membros inferiores (LIEDKE *et al.*, 2014).

Neste estudo, 10 (55,6%) pacientes eram casados ou tinham união estável (TABELA 1). É possível comparar esses dados ao estudo realizado no Centro Hospitalar Cova da Beira, do Centro de Saúde da Covilhã, do Fundão e do Belmonte, onde podemos constatar que um percentual de 69,70% pacientes eram casados. Esses dados indicam o quanto a presença de um companheiro é importante para enfrentar as dificuldades do dia a dia. Neste sentido, a enfermagem representa um suporte importante nessa situação, a fim de estimular o paciente a retornar às atividades que comprometem a sua autonomia e ainda buscar reforçar os laços familiares, investigando e sensibilizando a participação de todos na sua recuperação (SARAIVA, 2013).

Quanto à escolaridade, 10 (55,6%) haviam concluído até a sétima série do ensino básico (TABELA 1). Um estudo realizado de junho a outubro de 2011 em pessoas com úlceras atendidas em Natal/Brasil e Évora/Portugal, no período de junho a outubro de 2011, mostrou que quanto mais elevado o nível da instrução do cliente, melhor a sua compreensão das ações do autocuidado. Assim, a baixa escolaridade pode estar ligada ao déficit de autocuidado dos pacientes em relação aos bons hábitos de saúde, aos cuidados com as lesões e ainda ao conhecimento deficiente sobre os agravos de saúde (TORRES, 2013).

Neste sentido, o enfermeiro, juntamente com sua equipe de saúde, deve desenvolver um contínuo processo de ensino-aprendizagem, através de uma comunicação adequada e simples, para que todos os pacientes possam compreender

da melhor forma e buscar hábitos de saúde que favoreçam o processo de cicatrização, como alimentação balanceada, controle da pressão arterial e da glicemia, práticas de atividade física e lazer, além da adesão ao tratamento das lesões (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Em relação às condições de moradia, 15 (83,3 %) residem em casa própria, dois (11,1%) em alugada, e um (5,6 %) em cedida, 18 (100%) em moradia de alvenaria, apenas um (5,6%) não possui rede de esgoto e água encanada, todos os 18 (100%) possuem eletricidade e um (5,6 %) não tem coleta de lixo (TABELA 1).

O saneamento e uma boa higiene têm uma importante ligação com o processo de cicatrização, pois a má higiene e a falta de saneamento podem afetar a cicatrização e provocar um maior risco de contaminação, que pode estar também ligada ao fator socioeconômico. Assim, o enfermeiro deve estar atento a esses aspectos e sempre orientando o paciente a manter a residência limpa, a ingerir água filtrada ou fervida e, caso seja necessário, realizar o curativo em casa, de maneira asséptica, pois boas condições de higiene favorecem a cicatrização e consequentemente quebram a cadeia de infecção (SOUSA *et al.*, 2017).

A tabela 2 mostra dados relevantes quanto ao histórico familiar: dentre os pacientes pesquisados, em 9 deles (50%) há presença de lesão vascular em algum familiar, e os outros 9 (50%) não souberam falar. Em relação ao histórico para úlceras vasculogênicas, seis (33,3%) disseram que elas ocorreram no pai e/ou na mãe, dois (11,1%) disseram que elas acometeram o irmão e ou irmã e em um caso (5,6%), relatam ter sido no tio. Todos os pacientes apresentaram insuficiência vascular, no entanto, 9 (50%) apresentavam, além do comprometimento vascular, outras comorbidades como hipertensão arterial em seis pacientes (33,3%), câncer em um (5,6%), lúpus eritematoso em um (5,6%) e hanseníase em apenas um (5,6%):

TABELA 2. História progressa e agravos de saúde dos pacientes (n=18) com úlceras em membros inferiores. Patos de Minas, abr. 2017 – maio 2017

| VARIÁVEIS | Nº | % |
|---------------------------|----|------|
| Histórico familiar | | |
| Sim | 9 | 50,0 |
| Não | 9 | 50,0 |
| Se sim, quais | | |
| Pai/mãe | 6 | 33,3 |
| Irmão | 2 | 11,1 |
| Tio | 1 | 5,6 |
| Não se aplica | 9 | 50,0 |
| Tipo de Úlcera | | |
| Venosa | 4 | 22,2 |
| Arterial | 1 | 5,6 |
| Não sabe | 4 | 22,2 |
| Não se aplica | 9 | 50,0 |

| Agravos na saúde | | |
|-------------------------|-----------|------------|
| Sim | 18 | 100 |
| Tipos de agravos | | |
| Insuficiência venosa | 18 | 100 |
| Outros | | |
| Câncer | 1 | 5,6 |
| Não se aplica | 9 | 50,0 |
| Hipertensão arterial | 6 | 33,3 |
| Lúpus eritematoso | 1 | 5,6 |
| Hanseníase | 1 | 5,6 |
| TOTAL | 18 | 100 |

Fonte: Autoria própria, 2017

Em relação às comorbidades apresentadas em pacientes com lesões crônicas em membros inferiores, estudos mostram que muitas patologias contribuem para o surgimento de lesões, pois retardam o processo de cicatrização, interferindo diretamente na perfusão tissular e diminuindo o fluxo sanguíneo, responsável pelo transporte de oxigênio e nutrientes para os tecidos (CAVALCANTE, 2010).

A consulta de enfermagem é um momento em que o profissional vai estabelecer um vínculo com o indivíduo e, assim, planejar a assistência adequada e identificar as comorbidades existentes, com o objetivo de realizar uma intervenção junto ao paciente sobre as suas condições de saúde, orientando sobre as mudanças no estilo de vida, a adoção de hábitos de vida saudável e o autocuidado (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Esse momento possibilita um atendimento integral, visando a resolatividade e a responsabilização das necessidades do paciente, ligada ao processo educativo.

A partir do processo de raciocínio do diagnóstico, foram identificados 22 diagnósticos de enfermagem distintos apresentados na Tabela 3. Foram encontrados em todos os pacientes (100%) os seguintes diagnósticos de enfermagem: integridade da pele prejudicada, risco de infecção, deambulação prejudicada, risco de quedas, dor crônica e perfusão tissular periférica ineficaz.

TABELA 3. Diagnósticos de enfermagem identificados nos pacientes (n=18) com úlceras em membros inferiores. Patos de Minas, abr. 2017 – maio 2017.

| Diagnósticos de enfermagem | Nº | % |
|------------------------------------|-----------|----------|
| 1. Integridade da pele prejudicada | 18 | 100 |
| 2. Deambulação prejudicada | 18 | 100 |
| 3. Risco de infecção | 18 | 100 |
| 4. Risco de queda | 18 | 100 |
| 5. Dor crônica | 18 | 100 |

| | | |
|---|----|------|
| 6. Perfusão tissular periférica ineficaz | 18 | 100 |
| 7. Disposição para conforto melhorado | 15 | 83,3 |
| 8. Disposição para esperança melhorada | 15 | 83,3 |
| 9. Estilo de vida sedentário | 15 | 83,3 |
| 10. Síndrome do idoso frágil | 11 | 61,1 |
| 11. Disfunção sexual | 10 | 55,5 |
| 12. Sobrepeso | 6 | 33,3 |
| 13. Volume de líquidos excessivo | 5 | 27,7 |
| 14. Comportamento de saúde propenso a risco | 5 | 27,7 |
| 15. Desesperança | 3 | 33,3 |
| 16. Atividade de recreação deficiente | 3 | 16,6 |
| 17. Conforto prejudicado | 2 | 11,1 |
| 18. Risco de sobrepeso | 2 | 11,1 |
| 19. Insônia | 2 | 11,1 |
| 20. Obesidade | 1 | 5,5 |
| 21. Integridade tissular prejudicada | 1 | 5,5 |
| 22. Baixa autoestima situacional | 1 | 5,5 |

Fonte: Autoria própria

De acordo com NANDA (2015), o diagnóstico de integridade da pele prejudicada tem como definição “epiderme e/ou derme alterada”, a qual pode ser encontrada em úlceras de origem arterial, em que a interrupção do fluxo sanguíneo causa na pele palidez, presença de bordas delimitadas e rasas com arredondamento peculiar, pouco ou moderado exsudato e presença de dor intensa relatada. Souza *et al.* (2015) dizem que em pacientes com úlceras venosas a manifestação de alteração da pele ocorre com o surgimento de hiperpigmentação e exsudato, a pele pode estar ressecada, descamativa e com presença de prurido, e as bordas são irregulares e aumentadas.

O enfermeiro precisa saber diferenciar as características das úlceras no seu cotidiano, para que possa atuar com condutas específicas e com metas para alcançar como resultado a cicatrização das lesões. A cicatrização é obtida através da limpeza adequada para remoção de secreções e tecido necrótico, promoção de meio úmido capaz de gerar um ambiente fisiológico à ferida e aplicação de coberturas eficazes (EBERHARDT *et al.*, 2015).

A deambulação prejudicada é conceituada pela NANDA (2015) como a “limitação do movimento independente de andar em um determinado ambiente”, presente em 100% da amostra, tendo como fatores envolvidos a perda da força muscular, a dor crônica, as deformidades provocadas pelas patologias ou conseqüentes da ferida, a alteração nutricional e o sedentarismo identificado na população. De acordo com Malaquias (2014), tais fatores podem prejudicar a capacidade de movimentação das pernas, o que impossibilita o indivíduo de proteger-se de

circunstâncias de atrito com áreas de pressão ou diminuição da articulação do tornozelo, com capacidade de contribuir para a diminuição da função adequada da bomba da panturrilha.

Uma orientação primordial a ser transmitida pela enfermagem aos pacientes é sobre a importância do exercício físico com movimentos restritos, o qual promove uma importante ação no bombeamento sanguíneo, no aumento da força muscular da panturrilha, causando, assim, uma diminuição do edema e a evolução da qualidade de vida dos pacientes com úlceras em membros inferiores. Ainda o exercício físico intercalado com o repouso aumenta o tônus muscular no membro inferior e combate a estase venosa nos indivíduos com idade avançada (LEAL *et al.*, 2015).

Outro diagnóstico importante é o risco de infecção, sendo caracterizado por NANDA (2015) como a “vulnerabilidade à invasão e multiplicação de organismos patogênicos, que pode comprometer o estado de saúde do paciente”. Nogueira (2015) relata que o estabelecimento de infecções é um processo que desenvolve complicações, provocando o retardo da cicatrização. Assim, o ambiente em que o paciente é tratado é de grande relevância para rescindir esse processo infeccioso, pois é a porta de entrada para infecções, caso ele não tenha uma higiene adequada, e para isso, é importante que o profissional siga uma técnica asséptica, realize a antisepsia da pele, utilize materiais esterilizados corretamente e manuseie as coberturas de forma correta (BRUNNER; SUDDARTH, 2005).

Já o risco de quedas para NANDA (2015) é a “vulnerabilidade ao aumento da suscetibilidade a quedas, que pode causar dano físico e comprometer a saúde”. É necessário considerar que há vários fatores que provocam a queda, os quais podem ser reduzidos ou evitados com o desenvolvimento de uma conscientização, entre os pacientes em risco e vulnerabilidades. Chaves *et al.* (2011) salienta que o papel do enfermeiro na avaliação do paciente é etapa fundamental na prevenção da queda, pois mediante a consulta de enfermagem, é possível determinar a existência de fatores de risco para esse evento e, desde então, estabelecer um plano de cuidados com intervenções preventivas específicas.

O diagnóstico de dor crônica é definido, segundo NANDA (2015), como “a experiência sensorial e emocional desagradável associada à lesão tissular real ou potencial, ou descrito em termos de tal lesão; início súbito ou lento, de qualquer intensidade leve a intensa, constante ou recorrente, sem término antecipado ou previsível e com duração maior que três meses”. Trata-se de uma queixa importante entre os pacientes entrevistados, que, quando não valorizada e não absorvida, pode desmotivar o indivíduo na adesão ao seu tratamento (LIMA *et al.*, 2014).

A promoção de ações não farmacológicas, como um ambiente tranquilo e acolhedor, a acomodação da pessoa para reduzir o desconforto, o ato de envolvê-la no seu tratamento informando os procedimentos e as alterações que poderão acontecer, além da disposição de práticas de relaxamento, como musicoterapia, aromaterapia e momentos de escuta terapêutica, são medidas simples que o enfermeiro deve adotar, com o objetivo de amenizar a dor (LIMA *et al.*, 2014).

Em 15 pacientes (83,3%) foram encontrados: disposição para conforto melhorado, disposição para esperança melhorada e estilo de vida sedentário. E ainda em 11 (61,1%) e 10 (55,5%) pacientes foram encontrados, respectivamente, síndrome do idoso frágil e disfunção sexual. Em uma porcentagem abaixo de 50% foram identificados sobrepeso, volume de líquidos excessivo, comportamento de saúde propenso a risco, desesperança, atividade de recreação deficiente, conforto prejudicado, risco de sobrepeso, insônia, obesidade, integridade tissular prejudicada e baixa autoestima situacional.

A diversidade de diagnósticos de enfermagem encontrados neste estudo foi facilitada através de uma anamnese e de um exame físico ampliado com base na Teoria das Necessidades Humanas Básicas, de Wanda Horta Aguiar. Neste sentido, o enfermeiro, ao realizar a consulta de enfermagem, deve utilizar um instrumento de coleta de dados com enfoque no atendimento das necessidades psicobiológicas, psicossociais e psicoespirituais, possibilitando um maior levantamento de problemas e um estabelecimento de diagnósticos e prescrições de enfermagem.

CONCLUSÃO

Neste estudo foram avaliados 18 pacientes com úlceras crônicas em membros inferiores em um ambulatório de feridas. Foram identificados 22 diagnósticos de enfermagem distintos. Estiveram presentes em todos os pacientes os diagnósticos de enfermagem integridade da pele prejudicada, deambulação prejudicada, risco de infecção, risco de quedas, dor crônica e perfusão tissular periférica ineficaz. A partir destes resultados, infere-se que a qualidade de vida dos pacientes pode estar comprometida, pois foram evidenciadas dor crônica e deambulação prejudicada.

O grupo de diagnósticos reconhecidos fortalece a importância do processo de enfermagem na abordagem aos pacientes, pois promove um cuidado individualizado, sendo de grande importância orientar a assistência de enfermagem com base nas necessidades afetadas, de modo a garantir o bem-estar físico, mental, social e espiritual. Essa assistência pode ser prestada mediante a consulta de enfermagem que vai poder realizar o levantamento de dados pessoais (sociodemográficos) e clínicos que caracterizam a clientela acompanhada no ambulatório.

Os resultados deste estudo indicam que a caracterização da clientela com úlceras crônicas em membros inferiores, juntamente com os diagnósticos de enfermagem, oferecerá subsídios para o desenvolvimento e a implantação de um formulário impresso e/ou eletrônico padronizado com os diagnósticos de enfermagem, para viabilizar a realização da consulta como parte integrante do processo de enfermagem, o que possibilitará uma assistência com visibilidade de ações realizadas pelo enfermeiro.

REFERÊNCIAS

HINKLE, Janice L.; CHEEVER, Kerry H. *Brunner & Suddarth: Tratado de enfermagem médico-cirúrgica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

BULECHEK, Gloria M. *et al. Classificação das intervenções de enfermagem (NIC)*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

CAVALCANTE, Agueda Maria Ruiz Zimmer *et al. Diagnóstico de enfermagem: integridade tissular prejudicada identificado em idosos na Estratégia de Saúde da Família*. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 4(12): 727-735, 2010.

CHAVES, Erika de Cássia Lopes *et al. Identificação do diagnóstico risco de quedas em idosos atendidos pelo programa de atenção ao idoso*. *Revista Enfermagem UFPE online*, 5(10): 2507-2514, 2011.

EBERHARDT, Thaís Dresch *et al. Cicatrização de Feridas: Análise das Tendências em Teses e Dissertações*. *Revista Enfermagem UFSM*, 5(2): 387-395, 2015.

GEOVANINI, Telma. *Tratado de feridas e curativos: enfoque multiprofissional*. São Paulo: Rideel, 2014.

HORTA, Wanda Aguiar. *Processo de enfermagem*. São Paulo: EPU, 1979.

JOHNSON M, MASS M, MOORHEAD S. *Classificação dos resultados de enfermagem (NOC)*. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

LEAL, Flávia de Jesus *et al. Fisioterapia vascular no tratamento da doença venosa crônica*. *Jornal Vascular Brasileiro*, Maceió, 3(1): 224-230, 2015.

LEITE, Carla Carolina da Silva. *Úlceras crônicas de membros inferiores: avaliação e tratamento*. 2013. 26 f. Dissertação (Graduação / Bacharel em Enfermagem) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

LIEDKE, Deise Cristina Furtado *et al. Consultório de enfermagem para tratamento de feridas em hospital de ensino*. *Cogitare Enfermagem*, 3(19): 590-598, 2014.

LIMA, Márcia Sandra Fernandes dos Santos *et al. Diagnósticos de enfermagem em mulheres usuárias de bota de unha*. *Revista Baiana de Enfermagem*, 28(2): 156-167, 2014.

MARTINS, Marlene Andrade *et al. Úlcera crônica de perna de pacientes em tratamento ambulatorial: análise microbiológica e de suscetibilidade antimicrobiana*.

Revista Ciência, Cuidado e Saúde, 3(9): 464-470, 2010.

MALAQUIAS, Suelen Gomes. Integridade tissular prejudicada, fatores relacionados e características definidoras em pessoas com úlceras vasculares. *Texto Contexto Enfermagem*, 2(23): 434-442, 2014.

NANDA. *Diagnósticos de enfermagem da NANDA: definições e classificação 2015-2017* / [NANDA Internacional]; tradução: Regina Machado Garcez; revisão técnica: Alba Lucia Bottura Leite de Barros ... [et al.] - Porto Alegre: Artmed, 2015.

NOGUEIRA, Glycia de Almeida. Diagnósticos de enfermagem em pacientes com úlcera venosa crônica: um estudo observacional. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 2(17): 333-339, 2015.

OLIVEIRA, Beatriz Guitton Renaud Baptista de *et al.* Caracterização dos pacientes com úlcera venosa acompanhados no Ambulatório de Reparo de Feridas. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 1(14): 153-163, 2012.

PASSADOURO, Rui *et al.* Características e Prevalências em Cuidados de Saúde Primários das Feridas Crônicas. *Revista SPDV*, 74(1): 45-51, 2016.

SARAIVA, Dora Maria Ricardo Fonseca *et al.* Qualidade de vida do utente com úlcera venosa crônica. *Revista de Enfermagem Referência*, 10(3): 109-118, 2013.

SOUSA, Jassanã Lima de *et al.* Caracterização de feridas crônicas em membros inferiores de pacientes cadastrados em unidades de saúde da família no município de Cruz das Almas–BA. *Textura*, 10(18): 91-99, 2017.

SOUZA, Hosana Fausto de *et al.* O enfermeiro no manejo clínico de pacientes com úlcera venosa: revisão integrativa de literatura. *Revista Humano Ser*, 1(1): 32-51, 2015.

TORRES, Gilson de Vasconcelos. Caracterização das pessoas com úlcera venosa no Brasil e Portugal: estudo comparativo. *Revista Eletrônica trimestral de Enfermagem*, 32(1): 75-87, 2013.

VITOR, Allyne Fortes *et al.* Diagnósticos de enfermagem do domínio eliminação e troca identificados em pacientes em pós-operatório. *Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online*, 7(2): 2553-2463, 2015.

Mapeamento de cuidados de enfermagem no atendimento a pacientes com feridas crônicas em membros inferiores

Mapping of nursing cares in the attendance of patients with chronicle wounds in the lower limbs



Lara Lúcia Aparecida Fonseca

Discente do Curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
e-mail: fonsecalara28@gmail.com

Adriana Cristina de Santana

Docente do curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
Mestre em Enfermagem pela UFG/GO. e-mail: adrianacs@unipam.edu.br

Odilene Gonçalves

Docente do curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
Mestre em Promoção em Ciências em Saúde/UNIFRAN. e-mail: odilene@unipam.edu.br

RESUMO: Este estudo objetivou mapear os cuidados de enfermagem no atendimento a pessoas com feridas crônicas em membros inferiores. Trata-se de um estudo descritivo com abordagem quantitativa. A amostra foi constituída de 60 acadêmicos do curso de Enfermagem. A idade variou de 20 a 51 anos, e a maioria da população era feminina (93,3%). Identificaram-se 59 cuidados de enfermagem referidos pelos acadêmicos, os quais foram mapeados em 55 atividades distintas da Classificação das Intervenções de Enfermagem. Os cuidados de enfermagem mais frequentemente relatados foram encontrados na necessidade humana básica psicobiológica de integridade cutâneo mucosa com 19 relatos de enfermagem. Foram identificados poucos cuidados descritos para restaurar as necessidades psicossociais e nenhuma para psicoespirituais. A adoção de marcos teóricos e conceituais de enfermagem na abordagem às pessoas com feridas crônicas poderá contribuir para o atendimento com foco mais ampliado e integral do que a preocupação específica com a lesão propriamente dita.

PALAVRAS-CHAVE: Úlcera de perna. Cuidados de enfermagem. Processo de enfermagem.

ABSTRACT: This study aimed to map nursing care in the attendance of people with chronic wounds in lower limbs. This is a descriptive study with a quantitative approach. The sample consisted of 60 nursing students. The age ranged from 20 to 51 years and the majority of the population was female (93.3%). 59 nursing care were identified and referred

by the academics, which were mapped in 55 different activities of the Nursing Interventions Classification. The most frequently reported nursing care was found on the basic human psychobiological need for mucosal cutaneous integrity with 19 nursing reports. Few described care has been identified to restore psychosocial needs and none for psychospiritual needs. The adoption of theoretical and conceptual frameworks of nursing in approaching people with chronic wounds may contribute to the care with a broader and more integral focus than the specific concern with the injury itself.

KEYWORDS: Leg ulcer. Nursing care. Nursing process.

INTRODUÇÃO

Dealey (2008) descreve que a ferida é qualquer lesão que modifica a estrutura da pele podendo ser causada por traumas mecânicos, físicos, químicos e intencionais; por origem isquêmica (úlceras arterial e venosa); e por pressão. Nas feridas por isquemia ou pressão, ocorre uma oclusão da microcirculação, comprometendo o fluxo sanguíneo local, o que desencadeia a necrose tecidual, fazendo surgir a úlcera e rompendo a estrutura e o funcionamento normal da pele.

As lesões crônicas são desencadeadas por patologias como diabetes mellitus, hipertensão arterial, problemas neurológicos e outras patologias (GEOVANINI, 2014). As úlceras vasculares são conhecidas por se manifestarem abaixo do joelho e não cicatrizar no período de seis semanas. Segundo estudos, a úlcera venosa representa mais de 75% das ulcerações nos membros inferiores. Essas ulcerações representam um gasto significativo no Sistema Único de Saúde (SUS), principalmente quando são de longa duração (acima de 6 meses), de tamanhos grandes (maior que 10 cm²) e apresentam diversas complicações, tais como osteomielite e amputações (COREN, 2013).

Segundo Geovanini (2014), o tratamento de feridas é complexo e requer uma atenção especial, exigindo um atendimento multidisciplinar, com intervenções de natureza local e sistêmica, pois é um processo doloroso que interfere na qualidade de vida e no cotidiano dos pacientes e familiares, alterando aspectos sociais, psicológicos e econômicos.

De acordo com Fonseca *et al.* (2012), a atuação do enfermeiro é primordial durante o atendimento às pessoas com feridas crônicas. Esse profissional, ao efetuar a assistência, deverá realizar a sistematização da assistência de enfermagem, com enfoque nas etapas do processo de enfermagem, incluindo anamnese, levantamento dos problemas e diagnósticos de enfermagem, para assim planejar a assistência e intervir através de ações, a fim de obter os resultados esperados.

Para o desenvolvimento do processo de enfermagem, é necessário utilizar as bases teóricas do campo da enfermagem e exterior a ela. Pode-se dizer que se trata da expressão do método clínico da enfermagem como profissão (CARVALHO; BACHION, 2009). Uma das teorias utilizadas para fundamentar o levantamento de problemas apresentados pelo paciente é a Teoria das Necessidades Humanas Bá-

sicas de Wanda Aguiar Horta (HORTA, 1979), classificada em um conjunto de 37 necessidades humanas básicas, das quais 18 são classificadas como Necessidades Psicobiológicas, 17 como Necessidades Psicossociais e duas como Necessidades Psicoespirituais.

Almeida *et al.* (2007) relatam que o profissional de enfermagem, após levantar os problemas de enfermagem, poderá utilizar taxonomias e sistemas de classificações do cuidado. A enfermagem dispõe de terminologias e classificações para descrever os diagnósticos, as intervenções e os resultados que podem contribuir para melhor visibilidade da prática profissional.

O Sistema de Classificação de Intervenções de Enfermagem (BULECHEK *et al.*, 2016) consiste em uma linguagem padronizada abrangente que descreve os tratamentos executados por enfermeiros. Atualmente é constituída por 554 intervenções, 23 novas intervenções e 128 intervenções revisadas localizadas em 7 domínios e 30 classes.

A sistematização da assistência faz-se necessária para a visibilidade das ações de enfermagem, a avaliação da pertinência das ações, o desenvolvimento da autonomia e a relevância do trabalho de enfermagem frente ao atendimento das necessidades humanas básicas afetadas de forma integral (BARROS; CHIESA, 2007).

Diante do exposto, faz-se necessária a sistematização do cuidado, constituindo, a partir da avaliação integral do paciente com feridas, o planejamento e a implementação da terapêutica adequada. Este estudo possibilitou mapear os cuidados de enfermagem durante o atendimento às pessoas com feridas crônicas em membros inferiores, usando a Teoria das Necessidades Humanas Básicas de Wanda Aguiar Horta (HORTA, 1979) e um sistema de Classificação de Intervenções de Enfermagem (BULECHEK *et al.*, 2016) como referência.

Neste estudo, a partir do mapeamento cruzado, foi possível nomear as ações realizadas pelos acadêmicos de enfermagem durante o ensino teórico-prático em um Ambulatório de Tratamento de feridas crônicas, de uma Instituição de Ensino Superior em Enfermagem, localizada na região do Alto Paranaíba – MG. Além disso, possibilitou discutir aspectos relacionados à realização, às condições estruturais e de trabalho, bem como à realização de outras pesquisas, com o intuito de padronizar a linguagem utilizada através da construção de um instrumento de consulta de enfermagem, que poderá servir como parte integrante da implantação do processo de enfermagem.

METODOLOGIA

Participaram deste estudo 60 acadêmicos de enfermagem que se encontravam no 7º e 9º períodos do curso. Não participaram da pesquisa dez acadêmicos, pois estavam ausentes no momento, e outros não quiseram participar da coleta de dados assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Trata-se de um estudo tipo descritivo, de campo e com abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada em uma Instituição de Ensino Superior em Enfermagem localizada na região do Alto Paranaíba-MG. A amostra foi constituída por acadêmicos do curso de Enfermagem que iniciaram atividades de ensino teórico-prático no Ambulatório de Tratamento de Feridas. A pesquisa foi realizada em sala de aula e abrangeu acadêmicos do 7º e 9º períodos do curso e teve início após a autorização e aprovação do Comitê de Ética de Pesquisa do Centro Universitário de Patos de Minas sob CAAE nº 62287516.8.0000.5549.

O instrumento para coleta de dados foi composto de duas partes: a primeira constava de informações de identificação dos participantes e a segunda foi composta de uma pergunta norteadora: quais os cuidados de enfermagem realizados durante o atendimento de enfermagem às pessoas com úlceras crônicas em membros inferiores no ambulatório de tratamento de feridas?

Após a coleta das atividades de enfermagem relatadas, as mesmas foram extraídas e agrupadas para eliminação de repetições. Após o agrupamento das ações repetidas ou com significado igual, foi realizada a nomeação de uma única ação para representar o grupo de ações repetidas. As ações finais passaram pelo processo de mapeamento cruzado. O mapeamento cruzado é um método que possibilita comparar registros de enfermagem realizados com classificações de referência padronizada. Ele pode ser usado para análises dos dados contidos em etapas do processo de enfermagem, através da comparação das informações existentes em relatos ou nos prontuários dos pacientes (NONINO et al., 2008).

O mapeamento cruzado foi realizado adotando-se os procedimentos em conformidade com a metodologia de pesquisa recomendada na área, ou seja, utilizando-se quatro regras básicas: Regra nº 1: Proceder ao mapeamento a partir do rótulo de intervenção da NIC com a atividade da NIC; Regra nº 2: Usar o contexto dos diagnósticos de enfermagem; Regra nº 3: Mapear o significado versus palavra; e Regra nº 4: Usar a intervenção mais específica da NIC (COENEN; RYAN; SUTTON, 1997).

As atividades foram coletadas diretamente do questionário proposto e transcritas para uma planilha do programa *Excell for Windows®*, utilizado para a tabulação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às características da população estudada, o gênero predominante foi o feminino 56 (93,37%), a idade dos entrevistados variou entre 20 a 51 anos, a faixa etária mais frequente foi entre 20 a 30 anos com 50 (83,3%) participantes. Quanto ao estado civil, foram identificados 43 (71,7%) solteiros e 17 (28,3%) casados. Para o mapeamento, obtivemos 59 cuidados de enfermagem distintos, os quais foram mapeados em 55 atividades da Classificação das Intervenções de Enfermagem.

O Quadro 1 mostra que os cuidados de enfermagem mais frequentemente

relatados foram encontrados na necessidade humana básica psicobiológica de integridade cutâneo mucosa com 19 relatos de enfermagem distintos mapeados em 17 intervenções de Enfermagem no Sistema de Classificação de Intervenção de Enfermagem.

QUADRO 1. Mapeamento da Necessidade Humana Básica Psicobiológica de “Integridade Cutâneo Mucosa” relatada por acadêmicos de enfermagem. Patos de Minas/MG – 2017

| NECESSIDADE HUMANA BÁSICA | RELATO DE ENFERMAGEM | ATIVIDADE DE ENFERMAGEM CORRESPONDENTE DA NIC | Nº DE CITAÇÕES |
|----------------------------|--|--|----------------|
| Integridade cutâneo mucosa | 1. Avaliar a ferida quanto à quantidade de exsudato, tecido, cor e odor. 2. Observar se há exposição de tendão. | 1. Monitorar as características da lesão, inclusive drenagem, cor, tamanho e odor. | 53 |
| | 3. Utilizar cobertura adequada para cada tipo de tecido existente na lesão. | 2. Aplicar curativo adequado ao tipo de lesão. | 32 |
| | 4. Ocluir a lesão com gases e atadura. | 3. Reforçar o curativo, se necessário. | 26 |
| | 5. Limpar a lesão com soro fisiológico 9,0% aquecido. | 4. Limpar com soro fisiológico ou substância atóxica, conforme apropriado. | 25 |
| | 6. Utilizar material estéril para realização do curativo. | 5. Aplicar curativo estéril. | 18 |
| | 7. Realizar o desbridamento mecânico, autolítico, de acordo com a necessidade. | 6. Implementar tratamento de feridas (desbridamento, terapia antimicrobiana), conforme necessário. | 17 |
| | 8. Fazer anotações no prontuário após atendimento. | 7. Documentar localização, tamanho e aspecto da lesão. | 8 |
| | 9. Observar tecido de granulação. 10. Identificar o tipo de úlcera. | 8. Examinar a lesão a cada troca de curativo. | 8 |
| | 11. Secar pele lesional. | 9. Limpar e secar a pele ao redor após o procedimento. | 7 |
| | 12. Utilizar materiais adequados. | 10. Proteger a lesão com o tipo apropriado de curativo estéril. | 6 |
| | 13. Retirar curativo de forma que não cause danos. | 11. Umedecer os curativos em solução fisiológica antes da remoção, conforme apropriado. | 6 |

| | | | |
|----------------------------|---|--|---|
| Integridade Cutâneo mucosa | 14. Mensurar tamanho e profundidade da lesão. | 12. Medir leito da lesão conforme apropriado. | 3 |
| | 15. Manter ferida úmida. | 13. Manter a úlcera umidecida para auxiliar na cicatrização. | 3 |
| | 16. Avaliar a pele. | 14. Inspeccionar a pele para cor, temperatura, hidratação, crescimento do pelo, textura, rachaduras ou fissuras. | 3 |
| | 17. Utilizar colchão adequado. | 15. Colocar em um colchão/cama terapêutica adequada. | 1 |
| | 18. Usar travesseiros e almofadas adequadas. | 16. Usar dispositivos na cama que protejam o paciente. | 1 |
| | 19. Orientar quantas vezes foi feito curativo ao dia. | 17. Trocar curativo conforme a quantidade de exsudato e drenagem. | 1 |

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017

Os seis relatos de enfermagem mais frequentemente mencionados foram: avaliar a ferida quanto à quantidade de exsudato, tecido, cor e odor e observar se há exposição de tendão (53 citações); utilizar cobertura adequada para cada tipo de tecido existente na lesão (32 citações); ocluir a lesão com gases e atadura (26 citações); limpar a lesão com soro fisiológico 0,9% aquecido (25 citações); utilizar material estéril para realização do curativo (18 citações) e realizar o desbridamento mecânico, autólítico, de acordo com a necessidade (17 citações). Isto revela que no tratamento de feridas a preocupação maior dos discentes é com a obtenção de um leito ideal para obter a cicatrização da lesão.

De acordo com Potter e Perry (2013), o enfermeiro deverá verificar como estão ocorrendo a cicatrização e o aspecto do leito da ferida, observando dimensão, cor, odor, edema e observando a característica do exsudado, se houver a sua presença.

Balan (2012) descreve que várias soluções têm sido indicadas para a limpeza do leito da ferida, contudo, o soro fisiológico 0,9% tem sido o mais apropriado, pois limpa e mantém o meio úmido, promovendo autólise de tecido desvitalizado, criando tecido de granulação e promovendo angiogênese. O leito da ferida deve permanecer em uma temperatura em torno de 36,4° a 37,2° C, para que não ocorra interferência no processo de cicatrização. Desse modo, o soro deve ser aquecido para impedir resfriamento da ferida e prováveis desconfortos para o paciente. Além do mais, durante a limpeza, a técnica de irrigação é excelente, pois retira o exsudado e os restos celulares do leito da ferida.

Segundo Coren (2013), existem vários métodos de desbridamento que poderão ser utilizados para a limpeza das lesões, com presença de tecidos desvitalizados ou mesmo corpos estranhos. Para uma escolha mais adequada às condições do paciente, é necessário que o enfermeiro conheça profundamente as indicações. Os outros métodos de desbridamento compreendem o seletivo, responsável pela remoção apenas dos tecidos inviáveis sem afetar o tecido vivo; e o método não seletivo, que remove os tecidos inviáveis e os viáveis. Os desbridamentos são classificados segundo o mecanismo de ação em desbridamento instrumental não cirúrgico, mecânico, químico/enzimático e autolítico.

O profissional, ao optar pelo desbridamento instrumental não cirúrgico, deverá considerar as seguintes recomendações: avaliar as suas próprias habilidades para o procedimento, tais como o conhecimento da anatomia da pele e estruturas adjacentes, o reconhecimento dos tipos de necrose e capacidade de intervir nas possíveis complicações, como sangramento; realizar o desbridamento em local tranquilo, com boa iluminação; e fazer com que o procedimento não ultrapasse 30 minutos. A suspensão do procedimento deverá ocorrer quando aumentar o nível de stress do paciente e do profissional e quando ocorrer sangramento anormal ou excessivo, observando-se a presença do tendão, a fáscia muscular ou periósteo (COREN, 2013).

Ao realizar um curativo, é essencial adotar uma técnica que assegure o material sendo ele limpo ou estéril. Quando o procedimento é estéril, ele minimiza a carga microbiana através de equipamentos apropriados, de uso de campo estéril, de coberturas esterilizadas e também de higienização das mãos (FERREIRA; ANDRADE, 2008).

Conforme quadro 1, observam-se vários outros cuidados de enfermagem citados em menos frequência pelos acadêmicos e mapeados na Classificação das Intervenções de Enfermagem (NIC). Isto reforça que a assistência de enfermagem ofertada pelos acadêmicos está mais voltada para a recuperação da integridade tissular, ou seja, para a restauração da necessidade humana básica de integridade cutâneo mucosa.

O quadro 2 (na página seguinte) mostra que o segundo conjunto de cuidados de enfermagem mais frequentes relatados pelos acadêmicos foram mapeados na necessidade humana básica psicobiológica de terapêutica com 14 relatos de enfermagem distintos mapeados em 13 intervenções de enfermagem no Sistema de Classificação de Intervenção de Enfermagem.

Conforme Quadro 2, os quatro relatos de enfermagem mais frequentemente mencionados foram: explicar sobre o procedimento (16 citações); hidratar a pele com ácido graxo essencial (AGE) (12 citações); realizar histórico do paciente (anamnese e exame físico) (9 citações) e usar compressão elástica (8 citações).

É primordial o indivíduo procurar ajuda profissional para se amparar no cuidado do seu bem-estar. A anamnese é um dos meios para investigação, caracterizada por uma entrevista. Compete ao enfermeiro conhecer a história prévia de saúde e da lesão, bem como sua situação clínica atual (GEOVANINI, 2014).

QUADRO 2. Mapeamento da Necessidade Humana Básica Psicobiológica de “Terapêutica” referida por acadêmicos de enfermagem. Patos de Minas/MG – 2017

| NECESSIDADE HUMANA BÁSICA | RELATO DE ENFERMAGEM | ATIVIDADE DE ENFERMAGEM CORRESPONDENTE DA NIC | Nº DE CITAÇÕES |
|---------------------------|--|---|----------------|
| Terapêutica | 1. Explicar sobre o procedimento. | 1. Explicar o procedimento ao paciente. | 16 |
| | 2. Hidratar a pele com ácido graxo essencial (AGE). | 2. Aplicar pomada apropriada na pele/lesão, conforme apropriado. | 12 |
| | 3. Realizar histórico do paciente (anamnese e exame físico). | 3. Descrever a história pregressa de saúde pertinente. | 9 |
| | 4. Usar compressão elástica. | 4. Aplicar as modalidades de terapia de compressão (bandagens mais curtas ou mais longas), se adequado nutricionista conforme apropriado. | 8 |
| | 5. Agendar retorno. | 5. Identificar consulta de retorno planejada para cuidados de acompanhamento. | 5 |
| | 6. Orientar fazer tratamento de doença base. | 6. Obter o histórico de admissão hospitalar, incluindo doenças anteriores, medicações e alergias. | 3 |
| | 7. Avaliar se a cobertura está sendo eficaz. | 7. Comparar e registrar regularmente todas as mudanças na lesão. | 2 |
| | 8. Usar papaína 9. Conhecer cada cobertura. | 8. Aplicar agente tópico para desbridamento na área afetada, quando adequado. | 2 |
| | 10. Fazer acompanhamento do curativo. | 9. Examinar a lesão a cada troca de curativo. | 1 |
| | 11. Fazer uso seringa 20ml para irrigar a lesão com soro. | 10. Encher a seringa de irrigação com a solução. | 1 |
| | 12. Usar curativos para permitir trocas gasosas. | 11. Aplicar pomada apropriada na pele/lesão, conforme apropriado. | 1 |
| | 13. Fazer curativo de acordo protocolo da instituição. | 12. Inspeccionar o curativo diariamente, conforme o protocolo institucional. | 1 |
| | 14. Usar hidrogel. | 13. Aplicar emolientes na área afetada. | 1 |

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Para Malagutti e Kakiyama (2011), os cuidados indispensáveis com a pele consistem em proteger e promover a sua integridade, prevenir rupturas, o que é de grande relevância. O cuidado com a pele envolve a inspeção de rotina, as práticas de higiene adequada e o cuidado da saúde da pele.

Brito (2017) afirma que a terapia de compressão ampara-se na dor e também pode ser utilizada com uso de meias ou bandagens, sendo eficaz no retorno venoso. É importante ressaltar que o profissional tenha conhecimento dela. As terapias de compressão são primordiais na cicatrização principalmente nas úlceras venosas (BORGES; CALIRI, 2011).

Ao realizar exame do paciente com úlcera venosa, é primordial fazer levantamento do histórico, anamnese e exame físico completo, além da investigação de comorbidades e da existência de comprometimento arterial. A indicação para terapias de compressão ocorre através do cálculo de índice de pressão tornozelo/braço (ITB), que é um método que avalia a mensuração das pressões arteriais do tornozelo, da perna afetada e dos braços. Há outros recursos além do cálculo do ITB, sendo eles não invasivos, como o doppler de onda contínua (COPEN, 2013).

O Quadro 3 mostra que o terceiro conjunto dos cuidados de enfermagem mais frequentemente relatados pelos acadêmicos foram mapeados nas necessidades humanas básicas psicobiológicas de segurança física (51 citações); nutrição (18 citações); regulação vascular (18 citações); atividade física (10 citações); cuidado corporal (3 citações) e mobilidade (1 citação).

QUADRO 3. Mapeamento das Necessidades Humanas Básicas Psicobiológicas: Segurança física, Nutrição, Regulação vascular, Atividade física, Cuidado corporal e mobilidade referidas por acadêmicos de enfermagem. Patos de Minas/MG – 2017

| NECESSIDADE HUMANA BÁSICA | RELATO DE ENFERMAGEM | ATIVIDADE DE ENFERMAGEM CORRESPONDENTE DA NIC | Nº DE CITAÇÕES |
|---------------------------|---|---|----------------|
| Segurança física | 1. Lavar as mãos. | 1. Realizar a higiene das mãos. | 23 |
| | 2. Utilizar uso de EPIs (máscara, gorro e luvas). | 2. Colocar máscara, óculos de proteção e avental, se necessário. | 14 |
| | 3. Fazer curativo com técnica asséptica. | 3. Manter técnica asséptica durante a realização do curativo ao cuidar da lesão, conforme apropriado. | 14 |
| Nutrição | 4. Orientar sobre a alimentação. | 4. Encaminhar o paciente para nutricionista conforme apropriado. | 18 |
| | 5. Elevar membros inferiores. | 5. Elevar o membro acometido 20 graus ou mais acima do nível do coração, conforme apropriado. | 5 |

| | | | |
|--------------------|--|---|----|
| Regulação vascular | 6. Avaliar edema em membros inferiores. | 6. Avaliar edema periférico e pulso. | 5 |
| | 7. Usar bota de Unna. | 7. Orientar o paciente sobre a importância da terapia de compressão. | 3 |
| | 8. Calcular ITB. | 8. Verificar o índice tornozelo-braquial (ITB), conforme apropriado. | 2 |
| | 9. Avaliar sensibilidade periférica. | 9. Realizar avaliação abrangente de circulação periférica (p. ex., pulsos periféricos, edema, enchimento capilar, cor e temperatura). | 1 |
| | 10. Avaliar o pulso periférico. | 10. Realizar avaliação da abrangência da circulação periférica (por exemplo, pulsos periféricos, edema, enchimento capilar, cor e temperatura). | 1 |
| | 11. Conversar com paciente se faz uso de álcool ou fumo. | 11. Orientar o paciente quanto aos fatores que interferem na circulação (tabagismo, etilismo, roupas restritivas, exposição a temperaturas frias e cruzamento de pernas e pés). | 1 |
| Atividade física | 12. Orientar quanto à realização da atividade física. | 12. Encorajar o paciente a fazer exercícios, conforme tolerância. | 10 |
| Cuidado corporal | 13. Orientar quanto à higienização. | 13. Orientar o paciente ou o paciente ou o(s) membro(s) da família sobre os procedimentos de cuidado com a lesão. | 3 |
| Mobilidade | 14. Realizar a mudança de decúbito. | 14. Mudar a posição do paciente pelo menos a cada duas horas, conforme apropriado. | 1 |

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Dentro desse contexto, Geovanini (2014) descreve que o profissional de saúde, antes de começar o tratamento de uma ferida, deve ter uma atenção importante para os cuidados com o uso de materiais estéreis, de equipamentos de proteção individual, bem como realizar a técnica asséptica no momento do curativo e higienização das mãos.

Deve-se fazer uma adaptação na alimentação do paciente de feridas a fim de reduzir dificuldades na cura, como as principais complicações resultantes de

alimentação inadequada e as dificuldades de combate à infecção. Caso necessite, seu organismo não conseguirá suprir essa necessidade e terá uma limitação na cicatrização da úlcera (RABELO et al; 2012).

Dentre as diversas possibilidades de avaliação e intervenção realizadas pelos acadêmicos de enfermagem e futuros profissionais, durante atendimento às pessoas com úlceras crônicas em membros inferiores, encontra-se a necessidade humana básica de regulação vascular.

Em relação à avaliação da regulação vascular, os profissionais de enfermagem podem utilizar a Classificação de Intervenções de Enfermagem, a qual contempla prescrições de cuidados para as intervenções de cuidados circulatórios: insuficiência venosa e cuidados circulatórios (BULECHEK et al., 2016).

A atividade física intensifica o tônus muscular dos membros inferiores, portanto, melhora o funcionamento do sistema venoso e a queda da pressão ao andar e facilita retorno venoso. Dessa maneira, o exercício físico está sendo benéfico para a melhoria do fortalecimento, contribuindo para os pacientes com doença venosa crônica e prevenindo os que não são acometidos pela patologia (ALBERTI et al., 2010).

O quadro 4 mostra o quarto conjunto de atividades de enfermagem mais frequentemente citadas pelos acadêmicos e mapeadas na Classificações de Intervenções de Enfermagem e nas necessidades psicossociais. Foram identificados 12 relatos de enfermagem mapeados em 11 atividades de enfermagem correspondente da NIC. O conjunto de cuidados mais frequentemente referidos pelos acadêmicos foi mapeado na necessidade humana básica de participação (30 citações); ambiente (9 citações); educação em saúde/aprendizagem (3 citações) e segurança emocional (1 citação).

QUADRO 4. Mapeamento das Necessidades Humanas Básicas Psicossociais: Participação, Educação em Saúde/Aprendizagem, Ambiente e Segurança emocional referidas por acadêmicos de enfermagem. Patos de Minas/MG – 2017

| NECESSIDADE HUMANA BÁSICA | RELATO DE ENFERMAGEM | ATIVIDADE DE ENFERMAGEM CORRESPONDENTE DA NIC | Nº DE CITAÇÕES |
|---------------------------|---|---|----------------|
| Participação | 1. Orientar sobre o autocuidado. | 1. Auxiliar o paciente a ter o máximo de responsabilidade possível com autocuidado. | 15 |
| | 2. Investigar hábitos de vida que podem causar danos. | 2. Encorajar a substituição de hábitos indesejáveis por desejáveis. | 3 |
| | 3. Verificar se o paciente está tendo cuidado em domicílio 4. Orientar os familiares nos cuidados com a lesão. | 3. Orientar o paciente ou membros da família sobre os procedimentos de cuidado com a lesão. | 2 |

| | | | |
|------------------------------------|---|--|---|
| | 5. Esclarecer as dúvidas do paciente. | 4. Explicar o procedimento/tratamento. | 1 |
| | 6. Orientar quanto ao hábito de vida. | 5. Encorajar a substituição de hábitos indesejáveis por desejáveis. | 1 |
| | 7. Orientar sobre troca de curativo em domicílio da forma adequada. | 6. Orientar o paciente ou seus familiares a realizarem o procedimento em casa empregando a técnica adequada e com as modificações necessárias. | 8 |
| Educação em saúde/ Aprendizagem | 8. Orientar o uso de medicação correta. | 7. Orientar o paciente sobre a dose, a via e a duração de cada medicamento. | 2 |
| | 9. Utilizar linguagem adequada com o paciente. | 8. Ajustar a instrução ao nível de conhecimento e compreensão do paciente. | 1 |
| Ambiente | 10. Fazer descarte correto dos materiais utilizados. | 9. Descartar os materiais corretamente. | 6 |
| | 11. Posicionar o paciente em posição confortável. | 10. Posicionar o paciente para facilitar o conforto. | 3 |
| Segurança emocional | 12. Encorajar sempre o paciente. | 11. Ouvir e encorajar a expressão de sentimentos e crenças. | 1 |

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Os resultados da pesquisa mostram a preocupação dos acadêmicos em envolver o paciente para participação efetiva do tratamento e desenvolvimento do autocuidado. O profissional de enfermagem é dirigente de todos os cuidados que devem ser executados com os pacientes, pois é um profissional que tem comprometimento no tratamento de feridas, o qual tem maior vínculo com os pacientes por realizar o curativo e avaliar o resultado das intervenções (COREN, 2013).

Para Figueiredo e Zuffi (2012), é primordial o papel do profissional na função de ajudar o portador de feridas a adequar-se e a desenvolver habilidades, proporcionando aceitação e disciplina ao processo terapêutico, reduzindo o período de tratamento, fazendo com que o paciente retorne a suas atividades diárias o mais breve.

Foram identificadas cinco atividades referidas pelos acadêmicos, não correspondentes na Classificação das Intervenções de Enfermagem, as quais foram propostas como atividades contextuais, ou seja, podendo ser incluídas nas intervenções da NIC. As atividades corresponderam a: oferecer apoio psicológico (6 citações), acrescentando na Intervenção: "Apoio emocional"; Usar de agulha 40mm x 12mm em jato sobre lesão (4 citações), acrescentando na Intervenção:

“Irrigação de lesões”; Usar de agulha 25mm x 8mm em jato sobre lesão (3 citações), acrescentando na Intervenção: “Irrigação de lesões”; Orientar paciente sobre necessidade do tratamento (1 citação) acrescentando na Intervenção: “Troca de informações sobre os cuidados de saúde”; e “Esterilizar materiais que possam ser reutilizados (1 citação), acrescentando na Intervenção: “Controle de infecção”.

Neste estudo foram identificados poucos cuidados referidos pelos acadêmicos para restaurar as necessidades psicossociais e nenhuma para necessidades psicoespirituais. Não foi obtida nenhuma atividade mapeada nas necessidades psicossociais: de amor, liberdade, comunicação, gregária, lazer, orientação no tempo e espaço, atenção, aceitação, autorrealização, autoestima e autoimagem.

Malagutti e Kakihara (2011) discorrem sobre a importância das ações em que o profissional deve preservar-se em relação ao paciente, ou seja, sua religião e valores, a fim de resguardar o direito do paciente, quanto ao do responsável pelos cuidados.

Pensar positivo, ter fé e fazer suas preces favorecem a cicatrização da ferida. A religião é um meio de se apegar para que o indivíduo tenha sustento espiritual e afetivo. As pessoas têm a espiritualidade como um sentimento que está ligado à fé em Deus, sendo capaz de ampará-los, proporcionando proteção e força. Além do mais, entende-se a espiritualidade como esforço no significado da vida, tendo bom convívio em seu ciclo e com Deus (CHIBANTE *et al.*, 2017). Assim, é de extrema importância que o enfermeiro realize avaliação das necessidades psicoespirituais.

A adoção de marcos teóricos de enfermagem na abordagem das pessoas com feridas crônicas em membros inferiores pode contribuir para o atendimento com foco mais ampliado e integral do que a preocupação específica com a lesão propriamente dita.

CONCLUSÃO

Neste estudo foram constituídos 60 acadêmicos do curso de Enfermagem de uma instituição superior na região do Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais. Para o mapeamento obtivemos 59 cuidados de enfermagem distintos, os quais foram mapeados em 55 intervenções da Classificação das Intervenções de Enfermagem.

Os seis relatos de enfermagem mais frequentemente mencionados foram: avaliar a ferida quanto à quantidade de exsudato, tecido, cor e odor, e observar se tem exposição de tendão (53 citações); utilizar cobertura adequada para cada tipo de tecido existente na lesão (32 citações); ocluir a lesão com gases e atadura (26 citações); limpar a lesão com soro fisiológico 0,9% aquecido (25 citações); utilizar material estéril para realização do curativo (18 citações); e realizar o desbridamento mecânico, autolítico de acordo com a necessidade (17 citações).

O foco do atendimento de enfermagem está mais voltado para o atendimento das necessidades psicobiológicas, já que foram encontradas poucas ativi-

dades mapeadas nas necessidades psicossociais e nenhuma nas necessidades psicoespirituais. O enfermeiro pode utilizar um instrumento de coleta de dados abrangente para identificar todos os problemas apresentados pelo paciente de forma integral para alcançar maior resolubilidade e visibilidade das ações de cuidado.

A consulta de enfermagem é um momento que se faz para escutar o paciente, acolher e saber quais as dificuldades persistem, podendo-se entender quais são os obstáculos do seu dia a dia e como ele o vivencia.

Os profissionais de enfermagem devem propiciar uma assistência individual, através do processo de enfermagem, para que consigam resultados adequados. Efetuar assistência no tratamento de feridas deve contemplar anamnese, exame físico, prescrições e registros da evolução clínica.

É fundamental que já iniciem na vida acadêmica dos estudantes de enfermagem em algumas disciplinas os conhecimentos teóricos e práticos voltados para uma atenção integral aos pacientes com feridas crônicas, tendo como princípio os valores humanos. É crucial vencer o cotidiano da maioria das práticas de cuidados e cuidar de todas as feridas da mesma maneira, ou seja, observando-se não somente a lesão, mas o paciente que necessita de cuidados ampliados.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, Luiz Ronaldo et al. Relação entre exercício físico e insuficiência venosa crônica. *Revista Medicina Minas Gerais*, 20(1): 30-5, 2010.
- ALMEIDA, Miram de Abreu et al. Correspondência entre cuidados para pacientes com problemas ortopédicos e a classificação das intervenções de enfermagem. *Revista Gaúcha Enfermagem*, 28(4): 480-88, 2007.
- BALAN, M. A. J. *Guia terapêutico para tratamento de feridas*. 2. ed. São Caetano do Sul: Difusão Editora, 2012.
- BARROS, Debora Gomes; CHIESA, Ana Maria. Autonomia e necessidade de saúde na Sistematização da assistência de enfermagem no olhar da saúde coletiva. *Revista Escolar Enfermagem*, 41(1): 793-98, 2007.
- BORGES, Eliane Lima; CALIRI, Maria Helena Lancher. "Terapia compressiva e prevenção de recidivas", in: *Feridas: úlceras dos membros inferiores*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- BRITO, Debora Thaise Freiras et al. Dor em úlcera crônica: Perfil sociodemográfico, clínico e terapêutico de pacientes do Município de Cuité-PB. *Revista Científica da Saúde*, 2(2): 1-14, 2017.

BULECHEK, Gloria M; BUTCHER, Howard K; DOCHTERMAN, Joanne M; WAGNER, Cheryl M. *Classificação das intervenções de enfermagem (NIC)*. 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

CARVALHO, Emília Campos, BACHION, Maria Márcia. Processo de enfermagem e sistematização da assistência de enfermagem – intenção de uso por profissionais de enfermagem. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 11(3): 466- 487, 2009.

COENEN, A.; RYAN, P.; SUTTON, J. Mapping nursing interventions from a hospital information system to the nursing interventions classification (NIC). *Nurs Diagn*, 8(4): 145-51, 1997.

CHIBANTE, Carla Lube de Pinho et al. Saberes e práticas no cuidado centrado na pessoa com feridas. *Escola Anna Nery*, 21(2):1-8, 2017.

COREN. *Parecer Coren*, n.100.083, jul, 2013. Disponível em: <http://portal.coren-sp.gov.br/sites/default/files/parecer_coren_sp_2013_7.pdf>. Acesso em: 27 set. 2017.

DEALEY, C. *Cuidando de feridas: um guia para as enfermeiras*. 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

FERREIRA, Adriano Menis, ANDRADE, Denise. Revisão integrativa da técnica limpa e estéril: consensos e controvérsias na realização de curativos. *Revista Acta Paulista de Enfermagem*, 21(1):117-21, 2008.

FIGUEIREDO, M. Lopes; ZUFFI, Fernanda. Bonato. Cuidados aos portadores de úlcera venosa: percepção dos enfermeiros da Estratégia de Saúde da Família. *Revista eletrônica Enfermeira Global*, 11(4) 137-146, 2012.

FONSECA, César et al. A pessoa com úlcera de perna, intervenção estruturada dos cuidados de enfermagem: revisão sistemática da literatura. *Revista Escola Enfermagem USP*, 46(2): 480-486, 2012.

GEOVANINI, Telma. *Tratado de feridas e curativos: enfoque multiprofissional*. São Paulo: Rideel, 2014.

HORTA W. *Processo de enfermagem*. São Paulo: EPU, 1979.

MALAGUTTI, William. KAKIHARA, Cristiano. Tárzia. *Curativos, estomia e dermatologia: uma abordagem multiprofissional*. 2. ed. São Paulo: Martinari, 2011.

NONINO, Fernanda Oliveira Lima. et al. A utilização do mapeamento cruzado na pesquisa de enfermagem: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Enferma-*

gem, 6(61): 872-77, 2008.

POTTER, Patrícia A; PERRY, Anne Griffin; ELKIN, Matha Keene. *Procedimentos e intervenções de enfermagem*. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

RABELO, Nunes Nicollas et al. Conduta nutricional no trauma para o clínico. *Revista Brasileira Clínica Médica*, 19(2): 116-21, 2012.

Diagnósticos de enfermagem identificados em pacientes com fraturas em membros inferiores

Nurse diagnosis identified in patients with fractures in the lower limbs



Patrícia Antunes Faria

Graduanda do Curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: patricia1995_antunes123@hotmail.com

Adriana Cristina de Santana

Docente do curso de Enfermagem do Centro Universitário de Patos de Minas.
Mestre em Enfermagem pela UFG/GO. e-mail: adrianacs@unipam.edu.br

RESUMO: O estudo teve como objetivo delinear o perfil de Diagnóstico de Enfermagem identificado em pacientes com fraturas em membros inferiores internados na Clínica Cirúrgica Ortopédica. Tratou-se de um estudo descritivo e de abordagem quantitativa. Participaram desta pesquisa 16 pacientes. Quanto ao gênero, foram identificados oito (50%) pacientes femininos e oito (50%) masculinos. A idade teve uma média de 35 anos. Cinco (31,2%) eram viúvos ou casados, três (18,8%) solteiros, dois (12,6%) tinham união estável e um (6,2%) divorciado. Os motivos de internação foram acidente motociclístico e automobilístico (62,5%), queda (31,2%) e acidente de trabalho (6,2%). Como tratamento ortopédico foi indicado para oito (50%) pacientes a tração esquelética e em oito (50%), o fixador externo. Os diagnósticos que prevaleceram em 100% da população compreenderam: deambulação prejudicada, risco de síndrome do desuso, risco de infecção, risco de disfunção neurovascular periférica e integridade tissular prejudicada.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico de Enfermagem. Cuidados de Enfermagem. Fraturas.

ABSTRACT: The study aimed to draw the profile of Nursing Diagnosis identified in patients with fractures in lower limbs hospitalized in the Orthopedic Surgery Clinic. It was a descriptive and quantitative approach. Sixteen patients participated in this study. Regarding gender, eight (50%) female patients and eight (50%) male patients. The average age was 35 years old. Five (31,2%) were widowed or married, three (18,8%) were single, two (12,6%) had a stable union and one (6,2%) was divorced. The reasons for hospitalization were automobile and motorcycle accidents (62,5%), fall (31,2%) and work accident (6,2%). As an orthopedic treatment, skeletal traction was indicated for eight (50%) patients and in eight (50%), external fixator. Diagnoses that prevailed in 100% of the population included: impaired walking, risk of disuse syndrome, risk of infection, risk of peripheral neurovascular dysfunction and impaired tissue integrity.

KEYWORDS: Nursing Diagnosis. Nursing care. Fractures.

INTRODUÇÃO

A fratura é um corte no tecido ósseo, sendo definida de acordo com seu tipo e extensão. Essa lesão acontece quando o osso é submetido a estresse maior do que pode absorver. Quando ocorre a fratura, as estruturas proximais também são afetadas, causando edema dos tecidos moles, hemorragia nos músculos e articulações, luxação de articulação, ruptura de tendões, secção de nervos e lesão de vasos sanguíneos (FERREIRA *et al.*, 2013). As fraturas são causadas por acidentes de trânsito, e as vítimas mais acometidas são os pedestres, ciclistas e motociclistas, por estarem mais expostos às vias públicas (SADO; MORAIS; VIANA, 2009).

Os traumas, fraturas, lesões e mortes causados por acidentes de trânsito geram altos custos econômicos, sociais e emocionais. Os gastos estão relacionados às internações hospitalares, terapêuticas, cirurgias, previdência social, afastamento no trabalho, dias, meses ou anos de vida perdidos com danos psicológicos às vítimas e às pessoas íntimas envolvidas, pois a concentração da população envolvida encontra-se entre jovens e adultos em idade reprodutiva (ITAMI *et al.*, 2009).

As fraturas em membros inferiores podem resultar em lesões no sistema musculoesquelético, e a reabilitação envolve suporte à parte lesionada até se obter a cicatrização. O tratamento inclui uso de dispositivos internos e externos, como bandagens, talas, aparelhos gessados, fixador externo, tração esquelética ou cutânea, cirurgias para substituição da articulação por uma artificial, pinos ou uma combinação de todas essas intervenções. Medicamentos anti-inflamatórios, relaxantes musculares e analgésicos são prescritos pelo médico, com intuito de diminuir a dor, o edema e relaxar músculos em risco de espasmo, o que pode causar mais lesão ainda em músculos inflamados ou aos ossos fraturados (PELLICO, 2015).

No processo de reabilitação, os enfermeiros devem ser hábeis para assistir estes pacientes e identificar as necessidades humanas básicas afetadas, através da realização do processo de enfermagem. Dada à complexidade desta clientela, o processo de enfermagem é abordagem que pode permitir conhecimentos amplos e detalhados da situação que envolve a pessoa com lesão esquelética em membros inferiores, suas necessidades e suas condições de enfrentamento do problema (PELLICO, 2015).

O processo de enfermagem é a dinâmica das ações sistematizadas e inter-relacionadas, visando à assistência ao ser indivíduo. Caracteriza-se pelo dinamismo de suas fases, constituído de histórico, diagnóstico de enfermagem, planejamento, implementação e avaliação do cuidado prestado ao paciente, possibilitando, assim, a identificação dos problemas que os enfermeiros podem assistir (HORTA, 1979).

O cuidado de enfermagem para pacientes com fraturas em membros inferiores deve ser planejado para evitar complicações potenciais associadas às intervenções, no desenvolvimento de sinais e sintomas indesejáveis imediatos das lesões, e posteriormente para concentrar esforços na prevenção de fibrose, atrofia ou degeneração dos músculos e estruturas articulares lesionadas (PELLICO, 2015).

Para Amante, Rossetto e Schneider (2009), é de extrema importância que o processo de enfermagem seja norteado por uma teoria de enfermagem, pois ele tem contribuído para a prática assistencial de enfermagem, quando utilizado como referencial para o desenvolvimento do processo de enfermagem e suas etapas. Através da teoria de enfermagem, torna-se possível organizar as informações coletadas do paciente, analisar, interpretar e programar os cuidados de enfermagem.

Nesse sentido, delinear os diagnósticos de enfermagem usando a Taxonomia II de Enfermagem (NANDA, 2015) como referência tornou possível padronizar os diagnósticos, planejar os cuidados a serem realizados e discutir aspectos relacionados ao atendimento e às condições estruturais, de trabalho e de implantação do processo de enfermagem na Unidade de Clínica Cirúrgica Ortopédica do Hospital Regional Antônio Dias, em Patos de Minas-MG.

O presente estudo teve como objetivo geral delinear o perfil de Diagnóstico de Enfermagem da NANDA (2015), identificados junto a pessoas com fraturas em membros inferiores, usando o modelo teórico de Wanda Horta Aguiar. Foram considerados os seguintes objetivos específicos: levantar as características sociodemográficas da população estudada e conhecer a etiologia das fraturas em membros inferiores em pacientes internados na Clínica Cirúrgica do Hospital Regional Antônio Dias.

METODOLOGIA

Tratou-se de uma pesquisa de campo, descritiva e de abordagem quantitativa, realizada na Unidade de Clínica Cirúrgica Ortopédica de um hospital de médio porte, localizado na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais. Esse hospital é referência para a macrorregião noroeste de Minas Gerais em urgência e emergência, traumatologia, atendimento ambulatorial em várias especialidades, além de contar com uma maternidade de alto risco e leitos de Unidade de Terapia Intensivo adulto e neonatal.

A população deste estudo foi constituída por indivíduos com fraturas em membros inferiores sob tração esquelética e fixadores externos, os quais estavam internados por motivos de tratamento e recuperação durante o período de coleta de dados. Os demais pacientes com outros tipos de tratamento foram excluídos, por se observar que é neste público se que se encontra maior grau de dependência, e poucos estudos estão relacionados a seus cuidados.

A amostra por conveniência foi representada por pessoas de ambos os gêneros e idade superior a 18 anos, com fraturas em membros inferiores, com tempo de internação superior a 24 horas, independentemente do motivo de internação: cirúrgico, pós-trauma e cirurgia eletiva.

A coleta de dados somente foi iniciada após a autorização do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), sob parecer nº 2.004.468, e do Hospital Regional Antônio Dias. A coleta ocorreu durante o período de abril a agosto de 2017.

Para proceder à coleta de dados, foi agendado com os pacientes que possuem tração esquelética e fixadores externos em membros inferiores um horário para que os pesquisadores realizassem um encontro de 30 a 40 minutos para explicar os procedimentos envolvidos na pesquisa, aplicar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e realizar a anamnese e o exame físico cefalocaudal, a partir de um instrumento desenvolvido com fundamentação na Teoria das Necessidades Humanas Básicas Afetadas, de Wanda Aguiar Horta. Neste encontro foram respeitados a privacidade e o conforto do paciente.

Neste estudo, a amostragem foi por conveniência, e dele participaram 16 pacientes. O número menor de participantes justifica-se pelo fato de muitas vezes durante a coleta de dados foi observado que, por falta de vagas no hospital, muitos pacientes passavam por intervenções cirúrgicas ou procedimentos e aguardavam a recuperação no setor de observação e não na Clínica Cirúrgica Ortopédica.

Após a coleta de dados foi realizada a identificação dos diagnósticos de enfermagem, utilizando-se o processo de raciocínio diagnóstico Risner (1989), o qual inclui as etapas de análise e síntese de dados coletados do paciente.

Para Risner (1986), o processo diagnóstico envolve duas fases. Na primeira fase, por meio de um processo de análise e de síntese dos dados coletados, faz-se o julgamento clínico das respostas do indivíduo, da família ou da comunidade aos problemas de saúde ou aos processos vitais. Na segunda fase, denomina-se o diagnóstico de enfermagem utilizando-se uma taxonomia de referência. Neste estudo será utilizada a Taxonomia da NANDA (2016).

Os diagnósticos de enfermagem foram analisados quanto à frequência simples e percentual de suas categorias, aos fatores relacionados e às características definidoras.

A análise estatística descritiva foi empregada através do software *Statistic Package for Social Sciences® for Windows* (versão 20.0), para obtenção de frequências médias desvio-padrão, e os resultados encontram-se em tabelas e gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram desta pesquisa 16 pacientes. Conforme mostra a tabela 1, quanto ao gênero, foram identificados oito (50%) pacientes femininos e oito (50%) masculinos. A idade variou de 18 a 93 anos, com mediana de 35 anos. Cinco pacientes (31,2%) eram viúvos, cinco (31,2%) eram casados, três (18,8%) eram solteiros, dois (12,6%) tinham união estável e um (6,2%) divorciado.

Em relação ao grau de escolaridade dentre os 16 pacientes, cinco (31,2%) tinham ensino fundamental completo; cinco (31,2%), ensino médio completo; dois (12,5%), ensino médio incompleto; dois (12,5%), ensino fundamental incompleto; e dois (12,5%) eram analfabetos. A tabela 1 mostra que oito (50%) pacientes estavam em atividade, cinco (31,2%) exerciam outras funções como a do lar e de autônomo e três (18,8%) eram aposentados.

TABELA 1. Caracterização da população estudada segundo dados sociodemográficos Patos de Minas-MG, 2017

| VARIÁVEIS | Nº | % |
|-----------------------------------|-----------|--------------|
| Sexo | | |
| Feminino | 8 | 50,0 |
| Masculino | 8 | 50,0 |
| Estado civil | | |
| Solteiro | 3 | 18,8 |
| Casado | 5 | 31,2 |
| União estável | 2 | 12,6 |
| Viúvo | 5 | 31,2 |
| Divorciado | 1 | 6,2 |
| Escolaridade | | |
| Analfabeto | 2 | 12,5 |
| Ensino fundamental completo | 5 | 31,2 |
| Ensino fundamental incompleto | 2 | 12,5 |
| Ensino médio completo | 5 | 31,2 |
| Ensino médio incompleto | 2 | 12,5 |
| Ensino superior completo | 0 | 0 |
| Ensino superior incompleto | 0 | 0,0 |
| Situação atual de trabalho | | |
| Afastado | 0 | 0,0 |
| Em atividade | 8 | 50,0 |
| Aposentado | 3 | 18,7 |
| Outras | 5 | 31,2 |
| TOTAL | 16 | 100,0 |

Fonte: Autoria própria, 2017

Os motivos de internação estiveram relacionados a acidente motociclístico e automobilístico, encontrados em 10 (62,5%) pacientes respectivamente, queda da própria altura em cinco (31,2%) e acidente de trabalho em um (6,2%). Para tratamento ortopédico foi indicado para oito (50%) pacientes a tração esquelética, e em oito (50%), o uso do fixador externo.

Foram identificados 27 diagnósticos de enfermagem, o que equivale a 11% dos 246 classificados no NANDA (2015). A natureza dos diagnósticos identificados possibilitou concluir qual é o domínio dos conhecimentos necessários aos enfermeiros para planejar os cuidados específicos de cada um dos pacientes assistidos.

Os diagnósticos que ocorreram em 100% da população compreenderam: deambulação prejudicada, risco de síndrome do desuso, risco de infecção, risco de disfunção neurovascular periférica e integridade tissular prejudicada.

O domínio atividade e repouso foi o mais frequente na amostra, com nove (33,3%) diagnósticos encontrados, seguido de segurança e proteção, com oito (29,6%), percepção e cognição, com quatro (14,8%), e eliminação e troca, com dois

(7,4%) diagnósticos. Já nos domínios conforto, enfrentamento/tolerância ao estresse, princípios da vida e nutrição, todos eles estiveram presentes com apenas um (3,7%) diagnóstico encontrado respectivamente, totalizando (14,8%).

TABELA 2. Frequência dos diagnósticos de enfermagem identificados segundo domínios da NANDA em pacientes internados na Clínica Cirúrgica II de um Hospital da Região - Patos de Minas - MG, 2017

| Domínios | Diagnósticos | N | % |
|---|---|-----------|--------------|
| Atividade/Repouso | Deambulação prejudicada | 16 | 100,0 |
| | Risco de síndrome do desuso | 16 | 100,0 |
| | Déficit no autocuidado para alimentação | 9 | 56,2 |
| | Mobilidade no leito prejudicada | 8 | 50,0 |
| | Mobilidade física prejudicada | 8 | 50,0 |
| | Déficit no autocuidado para banho | 8 | 50,0 |
| | Déficit no autocuidado para higiene íntima | 8 | 50,0 |
| | Déficit no autocuidado para vestir-se | 8 | 50,0 |
| | Insônia | 1 | 6,2 |
| Segurança/Proteção | Risco de infecção | 16 | 100,0 |
| | Risco de disfunção neurovascular periférica | 16 | 100,0 |
| | Integridade tissular prejudicada | 16 | 100,0 |
| | Risco de quedas | 10 | 62,5 |
| | Risco de úlcera por pressão | 8 | 50,0 |
| | Dentição prejudicada | 3 | 18,7 |
| | Recuperação cirúrgica retardada | 2 | 12,5 |
| Risco de lesão do trato urinário | 2 | 12,5 | |
| Percepção/ Cognição | Controle emocional estável | 9 | 56,2 |
| | Comunicação verbal prejudicada | 3 | 18,7 |
| | Conhecimento deficiente | 2 | 12,5 |
| | Confusão crônica | 1 | 6,2 |
| Eliminação e troca | Eliminação urinária prejudicada | 10 | 62,5 |
| | Constipação | 3 | 18,7 |
| Conforto | Dor aguda | 9 | 56,2 |
| Enfrentamento/To- lerância ao Estresse | Ansiedade | 8 | 50,0 |
| Princípios da vida | Religiosidade prejudicada | 2 | 12,5 |
| Nutrição | Deglutição prejudicada | 1 | 6,2 |
| Total | | 27 | 100,0 |

Fonte: Autoria própria, 2017

De acordo com a NANDA (2015), a diagnóstica deambulação prejudicada tem como definição "limitação do movimento independente de andar em um de-

terminado ambiente”, aparecendo em 100% da amostra, em que os fatores relacionados foram dor crônica, falta de equilíbrio, perda de força muscular, danos musculoesqueléticos e como principal, as barreiras ambientais, tendo como prioridade a tração esquelética e os fixadores externos. Contudo, Andrade e Chianca (2013) ressaltam que, na situação em que o paciente tem sua mobilidade afetada, ele torna-se incapaz de mover-se livremente. A imobilidade pode afetar sua qualidade de vida, o bem-estar físico e emocional.

Conforme Fragoso e Soares (2010), o enfermeiro, como parte da equipe de saúde, tem papel fundamental no processo de reabilitação dos pacientes com limitação de movimentos. Ao identificar esse diagnóstico, torna-se possível prescrever cuidados relacionados a elevar ou apoiar adequadamente o membro, mantendo-o em posicionamento correto, e promover exercícios passivos com os membros. De acordo com Andrade e Chianca (2013), a finalidade desses cuidados de enfermagem consiste em impedir futuras complicações musculoesqueléticas consequentes do imobilismo, como a perda de massa muscular e o enrijecimento articular, afetando ainda mais o processo de reabilitação.

O risco de síndrome do desuso é considerado pela NANDA (2015) como a “vulnerabilidade à deterioração de sistemas do corpo como resultado de inatividade musculoesquelética prescrita ou inevitável que pode comprometer a saúde”, tendo como característica específica a interrupção da ação musculoesquelética contribuindo para a degradação dos sistemas corporais relacionados à imobilização mecânica ou prescrita. Fernandes (2015) relata que a diminuição da contração muscular, a perda de força e a atrofia são algumas complicações que advêm dessa síndrome.

Com isso, controlar o ambiente e a estimulação cognitiva, administrar medicamentos prescritos, promover suporte emocional e prevenir quedas são algumas atribuições que o profissional de enfermagem pode realizar (BERTONCELLO *et al.*, 2013). É relevante ressaltar a importância do exercício físico pós-alta hospitalar, para que haja uma manutenção da musculatura, auxiliando na nutrição das cartilagens e na recuperação da coordenação motora (FERNANDES, 2015).

O diagnóstico de risco de infecção é definido, segundo NANDA (2015), como a “vulnerabilidade à invasão e multiplicação de organismos patogênicos, que pode comprometer a saúde”. Torres (2015) relata que as infecções no sítio cirúrgico são as resultantes dos procedimentos cirúrgicos invasivos. Estudos comprovam que essas infecções podem afetar a princípio o tratamento proposto, podendo levar a hospitalização imediata, intervenções cirúrgicas e principalmente ao retardo do processo de cicatrização.

Desse modo, existem várias medidas profiláticas para evitar infecção de sítio cirúrgico, as quais são adotadas pelo enfermeiro no âmbito hospitalar e no período pós-alta aos pacientes ortopédicos. Dentre elas destaca-se a higienização adequada das mãos antes e após iniciar qualquer procedimento invasivo, utilizar materiais estéreis durante todo período perioperatório, realizar a antisepsia apropriada do sítio cirúrgico, monitorar sinais de infecção durante o período de internação

e acompanhar os pacientes no pós-operatório até 30 dias (SANTANA; OLIVEIRA, 2015).

O outro diagnóstico de enfermagem compreendeu o risco de disfunção neurovascular periférica, que é conceituado pelo NANDA (2015) como a “vulnerabilidade no distúrbio na circulação, na sensibilidade e no movimento de uma extremidade, podendo comprometer a saúde”, provocado por compressão mecânica, fraturas, imobilização, queimaduras e traumas. Bertoncello *et al.* (2013) afirmam que, em consequência do tempo prolongado de imobilização, o paciente pode desenvolver uma possível trombose venosa profunda. Ela também leva à presença de edema, diminuindo a circulação tecidual.

Algumas intervenções de enfermagem são essenciais para a resolução deste diagnóstico, como realizar avaliação completa da circulação periférica; evitar lesão na área afetada; prevenir infecção nas feridas; monitorar as extremidades quanto à área de calor, vermelhidão, dor ou edema (BERTONCELLO *et al.*, 2013).

Outro diagnóstico encontrado neste estudo foi a integridade tissular prejudicada, sendo caracterizado pela NANDA (2015) como “dano em membrana mucosa, córnea, tecido tegumentar, fáscia muscular, músculo, tendão, osso, cartilagem, capsula articular e/ou ligamento”, pois apresentam como característica definidora, tecido destruído ou lesado em decorrência de um evento traumático. Desse modo, Cavalcanti e Ilha (2012) enfatizam alguns cuidados que o enfermeiro deve exercer, tais como observar possíveis alterações na pele, posicionar o paciente para um melhor fluxo circulatório, realizar curativo de forma asséptica na incisão, observar e manter cuidados com áreas de pressão e realizar a hidratação da pele, conforme necessário.

Em pouco mais da metade dos pacientes foram encontrados os diagnósticos de enfermagem: risco de quedas, déficit do autocuidado para alimentação, controle emocional instável, dor aguda e eliminação urinária prejudicada.

Em relação à NANDA (2015), o diagnóstico risco de quedas é caracterizado como a “vulnerabilidade ao aumento da suscetibilidade a quedas, que pode causar danos físicos e comprometer a saúde”. Segundo Marinho *et al.* (2017), as quedas sofridas no decorrer da internação hospitalar constituem uma das ocorrências mais significativas da falta de segurança e são constantemente responsáveis pelo maior número de dias de internação, contribuindo também para o agravamento da recuperação do paciente.

Santos (2010) propõe algumas medidas e ações de prevenção que podem ser adotadas pelo enfermeiro, como ter a presença de acompanhantes; identificar o leito para o risco de quedas; manter ao alcance do paciente todos os pertences para fácil acesso, manter as rodas da cama travada e as grades elevadas; realizar contenção física ou administrar medicação prescrita para contenção se necessário; e sempre registrar medidas preventivas individualizadas em prescrições.

NANDA (2015) conceitua déficit do autocuidado para alimentação como a “capacidade prejudicada de desempenhar ou completar as atividades de alimentação”. Segundo Lima, Barbosa e Morita (2014), os pacientes submetidos às cirurgias ortopédicas, no pós-operatório, denotam déficit referente ao autocuidado para

atividades diárias, requerendo, assim, intervenções dos cuidados de enfermagem devido à mobilidade física prejudicada, por estarem contidos no leito, podendo ressaltar a restrição do posicionamento do paciente ao leito e o alcance dos alimentos.

É função do enfermeiro ressaltar a assistência ao paciente na realização de atividades da vida diária. Algumas intervenções de enfermagem podem ser seguidas, como levar em conta a idade do paciente ao promover atividade de autocuidado, monitorar a necessidade do paciente de dispositivos de adaptação para higiene pessoal, colocar a roupa, cuidar da aparência, da higiene íntima e da alimentação, ajudar o paciente a aceitar as necessidades de dependência e dar assistência até que o paciente esteja completamente capacitado a assumir o autocuidado (BULECHEK; BUTCHER; DOCHTERMAN, 2010).

Para pacientes com traumas ortopédicos, o controle emocional, segundo a NANDA (2015), tem como explicação as “incontroláveis expressões emocionais sendo elas exageradas ou involuntárias”. Alguns fatores são relacionados para que haja esse diagnóstico, como alteração na autoestima, deficiência física, força muscular insuficiente, prejuízo musculoesquelético, entre outros. Segundo Bulechek, Butcher e Dochterman (2010), o profissional de enfermagem possui um papel relevante na tentativa de amenizar essa condição, como o oferecimento de tranquilidade, aceitação e encorajamento do paciente durante os períodos de estresse.

Nesses pacientes, a frequência da dor pode estar associada aos estímulos de terminações nervosas por substâncias químicas utilizadas nas cirurgias, isquemias causadas nos vasos sanguíneos, pressão, espasmos musculares e edema, podendo ser causada também pelos traumas responsáveis das lesões, como acidentes automobilísticos, de trabalho e as quedas (SILVA; VIANA; VOLPATO, 2008).

De acordo com Silva, Viana e Volpato (2008), o número relevante de pacientes com esse diagnóstico revela que a dor deve ser foco frequente de atenção do enfermeiro. Bulechek, Butcher e Dochterman (2010) relatam que os seguintes cuidados podem ser aplicados pelos profissionais de enfermagem para o alívio da dor, como avaliar os sinais vitais, administrar analgesias conforme prescrito, realizar uma avaliação completa da dor, identificar os fatores de alívio, reduzir ou eliminar fatores que precipitam ou aumentam a experiência de dor e encorajar o paciente a usar medidas farmacológicas para obter alívio.

A eliminação urinária prejudicada é um diagnóstico que, de acordo com a NANDA (2015) é definido como “disfunção na eliminação de urina”, e a urgência, a retenção, a incontinência urinária, a noctúria e a disúria podem ser identificadas como as principais características definidoras. Conforme White, Duncan e Baumle (2012), este diagnóstico é comum nestes pacientes, pois, em um paciente não ereto, os rins e os ureteres estarão nivelados, e a urina pode permanecer na pelve renal por um período maior, porque não existe o mecanismo da gravidade e a estase urinária favorece o crescimento bacteriano e as infecções no trato urinário.

De acordo com Bulechek, Butcher e Dochterman (2010), é de atuação do enfermeiro a manutenção de um padrão excelente na eliminação urinária, tendo em vista a monitorização da eliminação visando a frequência, consistência, odor,

volume e cor. Deve-se encorajar o paciente a manifestar sinais de infecção do trato urinário, ensinar o paciente a fazer ingestão hídrica e orientar o paciente e familiares a sempre registrar o débito urinário da última micção.

Em 50% dos pacientes, foram encontrados os seguintes diagnósticos de enfermagem: mobilidade no leito prejudicada, mobilidade física prejudicada, déficit no autocuidado para banho, déficit no autocuidado para higiene íntima, déficit no autocuidado para vestir-se, risco de úlcera por pressão e ansiedade.

Em uma porcentagem abaixo de 50%, foram identificados: insônia, dentição prejudicada, recuperação cirúrgica retardada, risco de lesão do trato urinário, comunicação verbal prejudicada, conhecimento deficiente, confusão crônica, constipação, religiosidade prejudicada e deglutição prejudicada.

A variedade de diagnósticos de enfermagem identificados nesta amostra foi proporcionada através de uma anamnese e exame físico desenvolvido com base na Teoria das Necessidades Humanas Básicas, de Wanda Horta Aguiar. Sendo assim, o enfermeiro, ao desempenhar a consulta de enfermagem, deve empregar um instrumento de coleta de dados com um foco no atendimento das necessidades psicobiológicas, psicossociais e psicoespirituais, alcançando um maior levantamento de problemas para estabelecer os diagnósticos e prescrições de enfermagem adequadas para cada paciente.

CONCLUSÃO

A evolução desta pesquisa auxiliou no reconhecimento das necessidades e dos cuidados de pacientes hospitalizados com problemas ortopédicos, contribuindo para a importância dos diferentes focos clínicos relacionados à enfermagem ortopédica. Os diagnósticos de enfermagem identificados nos pacientes comprovam que os enfermeiros de unidades medico-cirúrgicas gerais têm que estar preparados para o reconhecimento de tais necessidades, distinguindo condições pouco frequentes, tornando possível a individualização do cuidado.

A essa população em especial, encontram-se algumas dificuldades em executar o cuidado por diversas condições: o uso de tração esquelética, fixadores externos e necessidades de manutenção de membros elevados necessários para um tratamento eficaz.

O enfermeiro, baseado em conhecimentos específicos, deve desenvolver os diagnósticos de enfermagem, com a finalidade de melhorar cada vez mais a qualidade de sua assistência, uma vez que o levantamento de diagnósticos possibilita a identificação das necessidades de cuidados nos quais é preciso intervir.

REFERÊNCIAS

AMANTE, Lúcia Nazareth; ROSSETTO, Annelise Paula; SCHNEIDER, Dulcinéia Ghizoni. Sistematização da Assistência de Enfermagem em Unidade de Terapia Intensiva sustentada pela Teoria de Wanda Horta. *Revista Escola de Enfermagem USP*, 1(43): 54-64, 2009.

ANDRADE, Leonardo Tadeu de; CHIANCA, Tânia Couto Machado. Validação de intervenções de enfermagem para pacientes com lesão medular e mobilidade física prejudicada. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 5(66): 688-693, 2013.

BERTONCELLO, Kátia Cilene Godinho et al. Diagnósticos de risco e propostas de intervenções de Enfermagem aos pacientes vítimas de múltiplos traumas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, 2(15): 23-31, 2013.

BULECHEK, Gloria M.; BUTCHER, Howard K.; DOCHTERMAN, Joanne Mcclockey. *NIC: Classificação das Intervenções de Enfermagem*. 5. ed. Rio de Janeiro: Mosby Elsevier, 2010.

CAVALCANTI, Cibele D'Ávila Kramer; ILHA, Patrícia. *Cuidados de enfermagem ao paciente vítima de múltiplos traumas: Diagnósticos e propostas de intervenções, baseados em NANDA e NIC*. 2012. 109 f. TCC (Graduação) - Curso de Enfermagem, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

FERNANDES, Teresa de Jesus. *Efeito de um programa de mobilização e exercício ativo sobre a amplitude articular em pessoas com síndrome de desuso*. 2015. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Enfermagem, Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior de Saúde, Bragança, 2015.

FERREIRA, Andréia Costa. et al. Incidência e caracterização de idosos na clínica ortopédica por fratura de fêmur, cáceres MT. *Revista Eletrônica Gestão & Saude*, 4(2): 1932-1941, 2013.

FRAGOSO, Diene Almeida Rufino; SOARES, Enedina. Assistência de enfermagem a um paciente com fratura de fêmur. *Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental Online*, 1(2): 688-691, 2010.

HORTA, Wanda. *Processo de enfermagem*. São Paulo: EPU, 1979.

ITAMI, Luciana Tokunaga. et al. Adultos com fraturas: das implicações funcionais e cirúrgicas à educação em saúde. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43(2): 1238-1243, 2009.

LIMA, Aparecida Bezerra de; BARBOSA, Pedro Marco Karan; MORITA, Ione. Pacientes com artroplastia total primária do quadril: sentimentos vivenciados. *Revista*

Mineira de Enfermagem, 4(18): 789-794, 2014.

MARINHO, Giselle Soares et al. Risco de quedas em pacientes hospitalizados. *Revista Brasileira em Fisioterapia*, 7(1): 1-6, 2017.

NANDA. *Diagnóstico de enfermagem da NANDA: Definições e classificação 2015 - 2017*. Trad. Regina Machado Garcez. Porto Alegre: Artmed, 2015.

PELLICO, Linda Honan. "Manejo de Enfermagem I: Trauma Muscoesquelético", in: PELLICO, Linda. Honan. *Enfermagem médico-cirúrgico*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 42, nº. 1069, p. 1081-1095, 2015.

RISNER, P. B. "Diagnosis: analysis and synthesis of data", in: GRIFFITH-KENNEY, J.W.; CHRISTENSEN, P. J. *Nursing Process-application of theories, frameworks, and models*. 2. Mosby: Ed. St. Louis, 1986, p. 124-151.

SADO, Mayara Jaime; MORAIS, Fernanda Dorneles de; VIANA, Fabiana Pavan. Caracterização das vítimas por acidentes motociclísticos internadas no hospital de urgências de Goiânia. *Revista Movimenta*, 2(2): 49-53, 2009.

SANTOS, Maria das Graças S. dos. *Protocolos de Enfermagem: identificação de risco e prevenção de quedas*. 2010.

SANTANA, Camila Araújo; OLIVEIRA, Célia Gonzaga Estrela. Assistência de enfermagem na prevenção de infecções de sítio cirúrgico: uma revisão integrativa da literatura. *Revista Eletrônica Atualiza Saúde*, 1(1): 1-13, 2015.

SILVA, Fernando Salomão da; VIANA, Marina Fernandes; VOLPATO, Márcia Paschoalina. Diagnósticos de enfermagem em pacientes internados pela clínica ortopédica em unidade médico-cirúrgica. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 4(29): 565-572, 2008.

TORRES, Lilian Machado. Readmissão por infecção do sítio cirúrgico ortopédico: uma revisão integrativa. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 6(49): 1008-1015, 2015.

WHITE, L; DUNCAN, G; BAUMLE, W. *Fundamentos de enfermagem básica*. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

Perfil de adolescentes grávidas de uma unidade de atenção primária à saúde do município de Patos de Minas-MG

Profile of pregnant adolescents from a primary health care unit in the city of Patos de Minas-MG



Amanda Cristina Caixeta

Discente do 10º período de Fisioterapia pelo Centro Universitário de Patos de Minas.
e-mail: amanda-cris-1102@hotmail.com

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Docente do Centro Universitário de Patos de Minas. Doutora em Promoção da Saúde pela Universidade de Franca. e-mail: nataliafga@unipam.edu.br

RESUMO: Introdução: A gravidez na adolescência gera alto impacto individual e social, sendo um período de várias complicações biopsicossociais. Objetivo: Caracterizar o perfil biopsicossocial de adolescentes grávidas de uma Unidade de Atenção Primária à Saúde (UAPS) do município de Patos de Minas-MG. Material e métodos: Trata-se de um estudo com pesquisa de campo, com abordagem quali-quantitativa, em que se aplicou roteiro de entrevista em adolescentes grávidas. Resultados: A média de idade das adolescentes foi 17 anos, média de idade ao perder a virgindade foi 14 anos e a média de idade da primeira consulta ao ginecologista foi 14 anos. Cerca de 84,61% das entrevistadas relataram ter recebido orientações sexuais. Discussão: Ser adolescente e mãe cria situações conturbadas, quando são necessários maiores esforços para enfrentar os obstáculos da gravidez precoce. Conclusão: O domínio das dimensões biopsicossociais das adolescentes pelos profissionais da saúde deve ser o primeiro passo antes da elaboração de estratégias de saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Atenção Primária à Saúde. Educação sexual. Gravidez na adolescência.

ABSTRACT: Introduction: Adolescence pregnancy generates high individual and social impact, being a period of several biopsychosocial complications. Objective: To characterize the biopsychosocial profile of pregnant adolescents from a Primary Health Care Unit (UAPS) in the municipality of Patos de Minas-MG. Material and methods: This is a field-based study, with a qualitative-quantitative approach, in which an interview script was applied to pregnant adolescents. Results: The average age of the adolescents was 17 years, average age when losing their virginity was 14 years and the average age of the first consultation with the gynecologist was 14 years. About 84.61% of respondents reported receiving sexual orientation. Discussion: Being adolescent and mother creates troubled situ-

ations, where greater efforts are needed to face the obstacles of early pregnancy. Conclusion: The domain of biopsychosocial dimensions of adolescents by health professionals should be the first step before the development of health strategies.

KEYWORDS: Primary Health care. Sex education. Pregnancy in adolescence.

1. INTRODUÇÃO

A adolescência é um período da vida em que ocorre sucessivas transformações dos 10 aos 19 anos de idade (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1965). É uma fase de desenvolvimento do ser humano com numerosas características próprias e com várias transformações no âmbito biopsicossocial (AQUINO *et al.*, 2015). Dentre as transformações, podemos identificar as físicas e mentais, bem como a descoberta da sexualidade nessa faixa etária (PEREIRA; ROMÃO; VITALLE, 2014).

A primeira relação sexual entre adolescentes vem apresentando um decréscimo em relação à idade, e no Brasil, as garotas iniciam a atividade sexual próximo aos 15 anos e os garotos aos 14 anos de idade (BORGES; SCHOR, 2005). Porém, a prática sexual entre adolescentes vem desmontando inquietação entre os profissionais da saúde e os familiares devido às consequências desencadeadas (CANO; FERRIANI; GOMES, 2000).

É reconhecida atualmente uma série de complicações desencadeadas diante dessa prática sexual, como uma gravidez precoce e indesejada, que gera um alto impacto individual e social na vida das adolescentes (SEMINÁRIO INTERNACIONAL ENLAÇANDO SEXUALIDADES, 2011), pois, ao iniciar esta prática sexual, é incomum a utilização de métodos contraceptivos por estes adolescentes (BORGES; SCHOR, 2005). A junção dos conhecimentos sobre os métodos contraceptivos e a prática sexual segura é considerada ineficaz entre adolescentes, podendo gerar também a transmissão de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DSTs) (YAZLLE, 2006).

No Brasil, o número de nascidos vivos de mães adolescentes com idade entre 10 e 19 anos equivale a cerca de 562.608. Destes, 28.244 são nascidos vivos de mães com idade de 10 aos 14 anos e 534.364, de mães com idade de 15 a 19 anos (BRASIL, 2014). Como a gravidez na adolescência tem tomando proporções cada vez maiores no Brasil, maiores são as consequências que podem gerar nos filhos de mães adolescentes, nos familiares e na própria adolescente grávida (RIOS; WILLIAMS; AIELLO, 2007).

A atuação fisioterapêutica no contexto da atenção primária enfatiza atenção individual e coletiva, tanto em nível preventivo quanto reabilitador, tendo como público-alvo os adolescentes (FONSECA *et al.*, 2016). Com isto, é de extrema importância que o profissional fisioterapeuta, atuando neste nível de atenção à saúde, promova educação sexual frente aos adolescentes, a fim de diminuir o número de gravidez nesta faixa etária (DAVID *et al.*, 2013).

Assim, diante de um perfil desfavorável das adolescentes grávidas, como início tardio, menor acompanhamento pré-natal, prematuridade de filhos de mães adolescentes, abandono de estudos e maiores casos de depressão e ansiedade, o objetivo deste estudo foi identificar aspectos sobre a educação sexual e as características do perfil clínico, demográfico e biopsicossocial de adolescentes grávidas que se encontram cadastradas em uma UAPS de um município do interior de Minas Gerais-MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo com pesquisa de campo, com abordagem quali-quantitativa, realizado na UAPS Dr. Geraldo Resende Lima, no município de Patos de Minas-MG, no qual caracterizou-se o perfil biopsicossocial de 13 adolescentes grávidas, por meio de um roteiro de entrevista. Esse serviço de saúde pública oferece atenção primária à saúde por uma equipe multiprofissional composta por 3 médicos, 2 enfermeiros, 3 técnicos de enfermagem, 2 odontólogos, 3 auxiliares de odontologia e 12 agentes comunitários de saúde.

Os atendimentos são prestados às comunidades através de 3 Equipes de Saúde da Família (ESF), sendo elas: Equipe 18 (Bairros Nossa Senhora da Aparecida e Brasília), Equipe 19 (Bairro Santa Terezinha, São José Operário e Brasil) e Equipe 20 (Bairro Brasil, Santa Terezinha e Santa Luiza). Há ainda uma equipe de apoio, como o Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF), que atua em parceria com os profissionais desta unidade de saúde.

Este projeto teve início após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), de acordo com a Resolução nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do Ministério da Saúde, sob parecer 1.984.331.

A coleta de dados foi realizada após orientações sobre o roteiro de entrevista e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Assentimento, no dia da consulta pré-natal da adolescente na UAPS. Ao final da entrevista, a participante recebeu um folheto informativo, que foi formulado, impresso e distribuído para as adolescentes grávidas, contendo orientações sobre aleitamento materno, métodos contraceptivos, planejamento familiar e acompanhamento pré-natal.

O instrumento de coleta de dados foi elaborado pelos pesquisadores deste trabalho, o qual contém perguntas abertas e fechadas. Foi dividido em 3 categorias: a primeira consiste em perguntas sobre os aspectos ginecológicos e obstétricos das adolescentes grávidas; a segunda, sobre os aspectos socioeconômicos; e a terceira, sobre os aspectos psicológicos. Para coleta de dados referentes às questões abertas, foi utilizado um aplicativo de celular para gravação das respostas e posteriormente realizada a sua transcrição.

Foram incluídas adolescentes com idade entre 10 e 19 anos que estavam realizando acompanhamento pré-natal na UAPS mencionada. Foram excluídas as

participantes menores de idade, cujos responsáveis não autorizaram a participação, participantes maiores de idade que não assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido, participantes que não responderam todas as questões propostas pelo instrumento de coleta de dados e aquelas que não pertencem à UAPS mencionada.

Para compreender o perfil quantitativo dessas adolescentes, os dados coletados foram inseridos no Microsoft Office Excel, onde foram verificadas as distribuições de frequência, médias, percentuais e desvio padrão (DP). Para análise dos dados qualitativos, foi realizada a técnica de análise categorial, sendo a análise temática a prática utilizada.

3. RESULTADOS

Foram entrevistadas 13 adolescentes grávidas cadastradas nesta UAPS no período de maio a julho de 2017. Outras 2 adolescentes menores de idade, foram excluídas do projeto pois não estavam acompanhadas do seu responsável legal. Cerca de 92,30% das adolescentes grávidas pertencem a equipe 18, 7,69% pertencem a equipe 19 e na equipe 20 não haviam adolescentes grávidas durante o período de coleta de dados.

Na Figura 1 temos a distribuição das participantes conforme a idade, e na Figura 2, a média de idade das adolescentes grávida ao iniciar atividade sexual, consulta ao médico ginecologista e idade do pai.

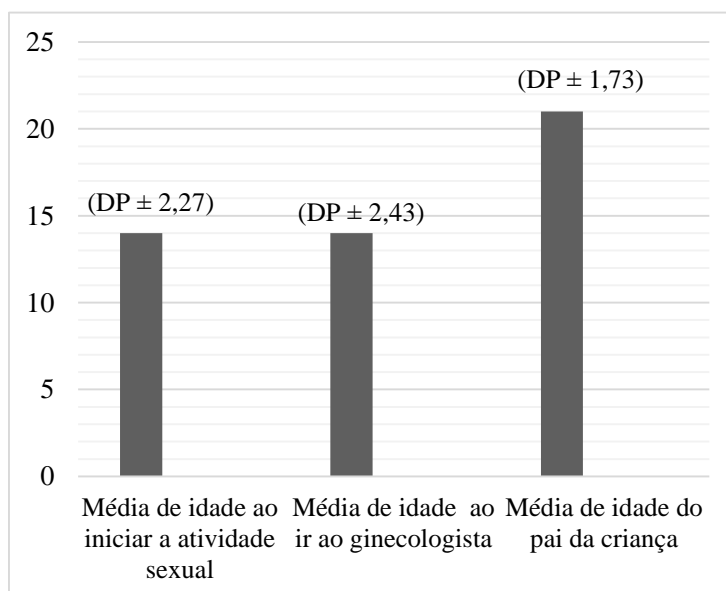


FIGURA 1. Distribuição das adolescentes grávidas, conforme idade.
Fonte: (CAIXETA, 2017).

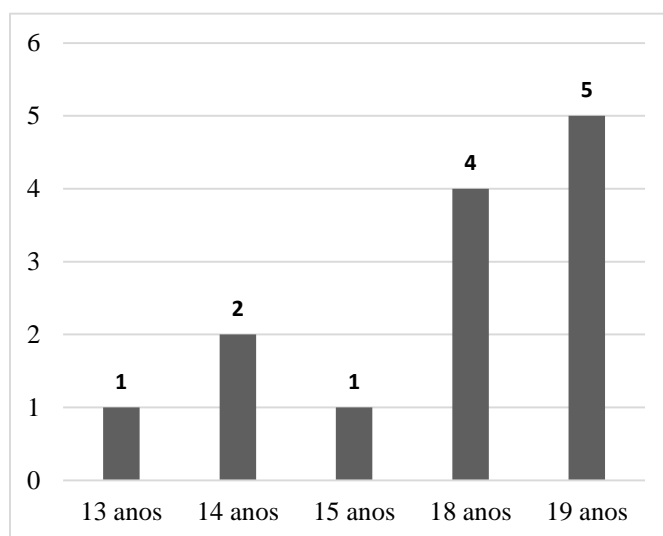


FIGURA 2. Média de idade das adolescentes grávida ao iniciar atividade sexual, consulta ao médico ginecologista e idade do pai Fonte: (CAIXETA, 2017).

Na Tabela 1, estão representados os resultados das participantes sobre os aspectos ginecológicos e obstétricos, segundo relatados pelas adolescentes grávidas.

TABELA 1. Aspectos ginecológicos e obstétricos das participantes da pesquisa

| Categoria | Frequência (n) | Percentual (%) |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Existência de outro filho | | |
| Sim | 2 | 15,38% |
| Não | 11 | 84,61% |
| Gravidez planejada | | |
| Sim | 6 | 46,15% |
| Não | 7 | 53,84% |
| Uso de anticoncepcional | | |
| Sim | 7 | 53,84% |
| Não | 6 | 46,15% |
| Uso de preservativo | | |
| Sim | 5 | 38,46% |
| Não | 8 | 61,53% |
| Uso de substâncias tóxicas | | |
| Sim | 2 | 15,38% |
| Não | 11 | 84,61% |
| Intenção de abortar | | |
| Não | 13 | 100,00% |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Do total de adolescentes entrevistadas, apenas 15,38% relataram não ter recebido educação sexual, e outras 84,61% das entrevistadas relataram ter recebido, de alguma forma, orientações sexuais, como consta no Quadro 1.

QUADRO 1. Falas mais representativas sobre educação sexual recebida pelas participantes

| CATEGORIA | FALAS MAIS REPRESENTATIVAS |
|----------------------------------|---|
| Escola/Palestra n (8) | “Eu vi na escola uma palestra sobre camisinha e Aids que minha professora deu”. <i>Participante 4</i> |
| Aula de ciências n (1) | “Uma vez uma professora minha deu aula de ciências falando sobre a camisinha e as doenças”. <i>Participante 9</i> |
| Doenças sexuais n (2) | “Eu aprendi que transar sem camisinha pode dar doença em mim”. <i>Participante 7</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

A segunda categoria do roteiro de entrevista compreende sobre os aspectos socioeconômicos das participantes e obteve-se os seguintes resultados, dispostos na Tabela 2.

TABELA 2. Aspectos socioeconômicos das adolescentes grávidas

| CATEGORIA | FREQUÊNCIA (N) | PERCENTUAL (%) |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Cor de pele | | |
| Branca | 7 | 53,84% |
| Negra | 4 | 30,76% |
| Parda | 2 | 15,38% |
| Estado Civil | | |
| União estável | 8 | 61,53% |
| Solteira | 5 | 38,46% |
| Renda familiar mensal* | | |
| Menos de 1 salário mínimo | 5 | 38,46% |
| 1 Salário mínimo | 5 | 38,46% |
| 1,5 Salários mínimos | 2 | 15,38% |
| 2 Salários mínimos | 1 | 7,69% |
| Benefício governamental | | |
| Sim | 3 | 23,07 % |
| Não | 10 | 76,92% |
| Dependência financeira | | |
| Dependente do parceiro | 6 | 46,15% |
| Dependente da mãe | 3 | 23,07% |
| Dependente do pai | 1 | 7,69% |

| | | |
|-------------------------------|----|---------|
| Dependente dos avós | 1 | 7,69% |
| Independente | 2 | 15,38% |
| Condições sanitárias | | |
| Sim | 13 | 100,00% |
| Vínculo de moradia | | |
| Aluguel de casa | 10 | 76,92% |
| Casa própria | 3 | 23,07% |
| Grau de escolaridade | | |
| Ensino Fundamental Incompleto | 6 | 46,15% |
| Ensino Médio Incompleto | 4 | 30,76% |
| Ensino Médio Completo | 3 | 23,07% |
| Estudando atualmente | | |
| Sim | 3 | 23,07% |
| Não | 10 | 76,92% |
| Repetência escolar | | |
| Sim | 7 | 53,84% |
| Não | 6 | 46,15% |
| Ocupação profissional | | |
| Do lar | 11 | 84,61% |
| Secretária | 1 | 7,69% |
| Vendedora | 1 | 7,69% |

*Salário mínimo do ano de 2017- R\$ 937,00

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Sobre os conhecimentos das DSTs, todas as adolescentes relataram conhecê-las (100%) porém, quando questionadas sobre as consequências dessas doenças, somente 15,38% souberam explicar, ainda assim de forma implícita, conforme consta no Quadro 2.

QUADRO 2. Falas mais representativas sobre os conhecimentos a respeito das consequências das DST's.

| Categoria | Falas mais representativas |
|-----------------------------|--|
| Transmissão n (2) | "Eu sei que, se transar sem camisinha e meu namorado tiver doença, pode passar pra mim". <i>Participante 5</i> |
| Aborto n (1) | "... e também sei que mulheres grávidas e com Aids, pode perder o neném se tiver Aids". <i>Participante 5</i> |
| Morte n (1) | "A pessoa que tiver Aids pode morrer, se tiver também pneumonia". <i>Participante 8</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Os motivos que levaram 53,85% das adolescentes grávidas a interromperem os estudos estão evidenciados no Quadro 3.

QUADRO 3. Falas mais representativas das entrevistadas com relação à interrupção dos estudos

| Categoria | Falas mais representativas |
|--------------------------------------|--|
| Não queria n (2) | “Parei de estudar porque eu não queria ir pra aquela escola”. <i>Participante 3</i> |
| Não gostava n (3) | “Antes mesmo de engravidar, eu parei de estudar porque eu não gostava de estudar” - <i>Participante 7.</i> |
| Preguiça n (1) | “Eu tinha preguiça de levantar cedo e ir pra escola naquele frio”. <i>Participante 2.</i> |
| Problemas familiares n (1) | “Antes de engravidar eu tive que parar de estudar por problemas familiares”. <i>Participante 1</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

A terceira categoria do roteiro de entrevista compreende sobre os aspectos psicológicos e obteve-se os seguintes resultados, conforme a **Tabela 3**.

TABELA 3. Aspectos psicológicos das participantes da pesquisa

| Categoria | Frequência (n) | Percentual (%) |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pais separados | | |
| Sim | 11 | 84,61% |
| Não | 2 | 15,38% |
| Planejamento para o bebê | | |
| Péssimo ou ruim | 0 | 0% |
| Bom | 3 | 23,07% |
| Ótimo | 2 | 15,38% |
| Excelente | 6 | 46,15% |
| Indiferente | 2 | 15,38% |
| Reação do pai da criança | | |
| Péssimo, ruim ou indiferente | 0 | 0% |
| Bom | 4 | 30,76% |
| Ótimo | 2 | 15,38% |
| Excelente | 7 | 53,84% |
| Casos de violência | | |
| Sim | 1 | 7,69% |
| Não | 12 | 92,30% |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Quando questionadas sobre as reações dos familiares ao descobrirem a gravidez, as participantes responderam com as seguintes falas, conforme o Quadro 4.

QUADRO 4. Falas mais representativas sobre a reação da família ao descobrir a gravidez

| Categoria | Falas mais representativas |
|-------------------------------|---|
| Reações boas n (7) | “Minha teve uma reação boa, ela já sabia que poderia acontecer isto”. <i>Participante 13</i> |
| Surpresos n (4) | “Minha mãe ficou muito surpresa com a gravidez, ficou muito assustada”. <i>Participante 12.</i> |
| Reações ruins n (2) | “Minha mãe achou ruim, ela quase ficou loca”. <i>Participante 9</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Quanto às reações das participantes ao descobrir sua gravidez, foram respondidas com as seguintes falas, dispostas no Quadro 5.

QUADRO 5. Falas mais representativas sobre as reações das participantes diante da gravidez

| Categoria | Falas mais representativas |
|--------------------------------|--|
| Reações boas n (7) | “Minha reação foi boa, porque já tinha planejado esse bebê”. <i>Participante 9</i> |
| Surpresa n (3) | “Eu fiquei surpresa, porque eu não queria esse bebê, e não sei o que vai ser de mim com esse bebê”. <i>Participante 10</i> |
| Reação ruim n (1) | “No começo eu achei ruim, porque já tenho outra filha”. <i>Participante 8</i> |
| Reação feliz n (1) | “Nossa, eu fiquei super feliz e meu namorado também”. <i>Participante 5</i> |
| Reação espanto n (1) | “Eu fiquei espantada, sem saber o que fazer e pra quem pedir ajuda”. <i>Participante 4.</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

Sobre as expectativas das adolescentes grávidas em relação ao futuro, essas responderam com as seguintes falas, como constam no Quadro 6.

QUADRO 6. Falas mais representativas sobre as expectativas das adolescentes em relação ao futuro

| Categoria | Falas mais representativas |
|-------------------------------------|---|
| Casada n (3) | “Eu quero estar casada e com meus filhos”. <i>Participante 2</i> |
| Cuidando dos filhos n (5) | “Eu penso em cuidar dos meus filhos e ajudar eles”. <i>Participante 6</i> |
| Acabar os estudos n (1) | “Eu tenho que terminar meus estudos”. <i>Participante 10</i> |
| Fazer faculdade n (1) | “Eu quero fazer faculdade”. <i>Participante 13</i> |
| Crescer na vida n (3) | “Quero crescer na vida e dar um melhor futuro aos meus filhos”. <i>Participante 12.</i> |

Fonte: (CAIXETA, 2017)

4. DISCUSSÃO

A média de idade de adolescentes grávidas em outros estudos como Chalem *et al.* (2007) e Persona, Shimo e Tarallo (2004) foi 17 anos, igualmente ao presente estudo, demonstrando que o maior risco de gravidez é no período final da adolescência. A gravidez nesta faixa etária tende a gerar complicações nos aspectos biológicos do bebê, sendo possível identificar maior prematuridade e baixo peso no nascimento em filhos de mães adolescentes (CHALEM *et al.*, 2007).

Filhos de mães adolescentes, quando comparados aos filhos de mães adultas, são mais propensos a complicações biológicas, como atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, maior mortalidade e morbidade (NUNES; CUNHA, 1999). Outras complicações relacionadas são início tardio e menor acompanhamento pré-natal, uso de tabaco e dificuldades ao acesso na atenção ao parto (SEMINÁRIO INTERNACIONAL ENLAÇANDO SEXUALIDADES, 2011), além dos maiores números de depressão e ansiedade nestas mães adolescentes, quando comparadas a mães adultas (BAPTISTA; BAPTISTA, 2006).

É importante ressaltar que, mais do que a idade, as condições de vida e de saúde e a assistência no pré-natal e parto são os principais fatores que diminuem o risco gestacional (BARRETTO; OLIVEIRA, 2010). E as condições psicossociais interferem mais na gravidez saudável do que nas condições biológicas propriamente ditas (XIMENES; OLIVEIRA, 2004). E além das complicações de aspectos biológicos, existem aquelas relacionadas aos aspectos sociais, como abandono de estudos durante o período gestacional, e aos aspectos psicológicos, pois essas adolescentes não se encontram preparadas para assumir a responsabilidade de serem mães (RAMOS; MONTICELI; NITSCHKE, 2000; SANTOS; NOGUEIRA, 2009).

A idade de início da prática sexual em alguns estudos teve como média 15

anos (CHALEM *et al.*, 2007; SIMÕES, 2010). Já neste presente estudo, a média foi de 14 anos, enfatizando que a idade de início dessa prática ocorre em sua maioria no período intermediário da adolescência, sendo que poucas adolescentes iniciam essa atividade sexual no período final da adolescência, com 17 e 18 anos de idade (SIMÕES, 2010).

Quanto mais precoce a atividade sexual na adolescência, menor o índice da adesão quanto ao uso de preservativo, e este método não somente previne a gravidez, como também é o único capaz de prevenir as DSTs (SANTOS; NOGUEIRA, 2009). E neste estudo e no estudo de Persona, Shimo e Tarallo (2004), o preservativo é o método menos utilizado pelas adolescentes. É de extrema importância que os profissionais da saúde presentes em UAPS abordem com os adolescentes as consequências das DSTs, principalmente em ambientes escolares.

O uso de anticoncepcional já foi relatado em vários estudos, sendo o método contraceptivo mais utilizado pelas adolescentes (PINTO *et al.*, 2005; CHALEM *et al.*, 2007; SCHOR; LOPES, 1990; PINTO; NOGUEIRA, 1988). Adolescentes, por mais que conheçam os métodos contraceptivos, como o anticoncepcional, optam por não usar, por acreditar que são imunes à gravidez (PAULICS, 2006). E tem aquelas que usam anticoncepcionais, porém de forma incorreta (SILVA; SANTOS, 2008).

Segundo Slap (2003), a idade dos 13 aos 15 anos seria o período mais adequado para a primeira consulta ginecológica da adolescente. A idade das participantes deste estudo está dentro do recomendado, porém, é preocupante quando 30,76% relatam nunca ter ido ao médico ginecologista antes da gravidez, mesmo sendo usuárias do Sistema Único de Saúde (SUS) e ter garantido por lei o direito a consulta médicas, como menciona a Lei nº 3/84 de 24 de março, no art. 5º: "É assegurado a todos, sem discriminações, o livre acesso às consultas e outros métodos de planejamento familiar"

A maioria das adolescentes entrevistadas declara ser primípara neste estudo, e apenas 15,39% da amostra apresentam repetições de gestações ainda no período da adolescência. As repetições de gestações na adolescência geram efeitos preocupantes, uma vez que os intervalos de tempo entre as gravidezes são menores, o risco de baixo peso ao nascer é grande, além de maior sobrecarga imposta às mães com mais de um filho para cuidar (GODINHO *et al.*, 2005).

É preocupante o número de adolescentes que planejam a gravidez. Em um estudo de Simões (2010), 40% das entrevistadas teriam planejado a gravidez, e algumas sido orientadas pelas próprias mães a engravidar. No presente estudo, esse número foi maior, cerca de 46,15%. O ato de planejar uma gravidez no período da adolescência pode estar relacionado à realização de algum projeto pessoal da adolescente, como entrar para a vida adulta e mudar status social (ROSA, 2007). Outros motivos envolvem a busca pela identidade feminina acompanhada de certa rebeldia, e ainda existem aquelas que acreditam que o companheiro deseja a paternidade e aquelas que almejam a liberdade (MOREIRA *et al.*, 2008).

O número de adolescentes com repetições de gravidezes, mesmo sem ter planejado, também é preocupante. Em um estudo de Persona, Shimo e Tarallo

(2004), cerca de 77,78% das adolescentes não planejaram a segunda ou terceira gestação e mesmo assim engravidaram.

Em um estudo de Simões (2010), e no presente estudo, nenhuma adolescente mencionou a intenção de provocar um aborto. A palavra “aborto” foi citada uma vez durante a coleta de dados, quando uma adolescente relatou ter sofrido um aborto espontâneo antes da atual gravidez. Porém, existem outros estudos no qual adolescentes optaram pelo aborto (MOREIRA *et al.*, 2008). Com a falta de acolhimento da família e as condições econômicas desfavoráveis, o aborto clandestino passa a ser visto com uma opção para interromper a gravidez indesejada (SILVA, 2010).

Sendo assim, muitas adolescentes grávidas procuram serviços de clínicas clandestinas para realização do aborto, mesmo com a proibição desta prática pela Constituição Brasileira (MOREIRA *et al.*, 2008). Cerca de 45.342 mil adolescentes com idade 19 anos já realizaram em hospitais públicos procedimentos de curetagem pós-aborto no Brasil (BRASIL, 2010).

Poucas adolescentes relataram ter recebido educação sexual através de familiares, pois estes acreditam-se que estariam estimulando a prática sexual aos adolescentes. Porém, o ato de não conversar sobre esse tema não contribui para a prática de sexo seguro, evidenciando o maior risco a gravidez e de contrair DSTs (PIROTTA *et al.*, 2006). A educação sexual deve ser iniciada ainda na adolescência, sendo realizada primeiramente pela família, pelos pais e responsáveis e posteriormente pela escola e profissionais de saúde (LIMA, 2014).

A educação sexual pode ser realizada através da junção entre UAPS e escolas, no próprio ambiente escolar, onde esse público-alvo de várias idades, do gênero feminino e masculino se encontra, sendo um excelente local para abordar as DSTs e as consequências biopsicossociais da gravidez na adolescência (BRASIL, 2005), além de oferecer informações sobre os cuidados de saúde reprodutiva e ressaltar maiores informações sobre os métodos contraceptivos (SANTOS; NOGUEIRA, 2009). Além disso, os serviços de saúde pública no Brasil devem disponibilizar gratuitamente métodos contraceptivos, como o preservativo (PIERRE; CLAPIS, 2010).

Recomenda-se a elaboração de palestras educativas aos adolescentes tanto para o sexo feminino quanto para o masculino, abordando a sexualidade, com demonstração de amostras de métodos contraceptivos para que possam ser manuseados pelos adolescentes (LIMA, 2014). E folhetos informativos com ilustrações, textos, com linguagem coloquial e com informações claras, contribuem para o conhecimento sobre a sexualidade e explicações sobre possíveis dúvidas (MOREIRA; FOLMER, 2011).

Sobre o estado civil das adolescentes pesquisadas, todas estavam em um relacionamento com o pai do bebê, seja em uma união estável, seja em um namoro, e todas relataram que receberam apoio na descoberta da gravidez por parte do companheiro. Ao contrário de outros estudos de Moreira *et al.*, (2008) e Sozo Vitor, Lopes e Menezes (2008), que verificaram a existência de adolescentes grávidas que não são amparadas pelos parceiros, que são adolescentes em sua maioria.

Uma correlação contrária ao estudo citado acima é que a maioria dos companheiros das adolescentes do presente estudo já estavam em fase adulta. E relacionar-se com parceiros mais velhos é um dos fatores de risco que leva à gravidez precoce (PERSONA; SHIMO; TARALLO, 2004).

Todas as adolescentes dessa amostra interromperam os estudos antes de engravidarem, e o principal motivo envolve o fato de as adolescentes não gostarem de estudar, e isto pode ser umas das principais complicações socioeconômicas. Ao contrário de outro estudo, em que o motivo de a adolescente interromper o período escolar foi a gravidez (MOTA *et al.*, 2011). Isso afeta de forma negativa na escolaridade da adolescente que abandona os estudos, gerando futuramente menores oportunidades de empregos (DIAS; TEIXEIRA, 2010).

Repetência escolar, presente neste estudo, pode ser um dos fatores que levam as adolescentes a engravidar novamente, visto que isto pode trazer consequências negativas para o nível de escolaridade da adolescente, uma vez que menor serão os conhecimentos sobre os métodos contraceptivos (COARD *et al.*, 1998). E quanto menor o grau de escolaridade, menor será a idade do início da prática sexual, tanto para adolescentes do sexo masculino quanto para do sexo feminino (BRASIL, 2000).

Considerando que a UAPS do presente estudo atende uma população com menor renda familiar, podemos afirmar que a gravidez traz complicações econômicas, em que os familiares devem arcar com as novas despesas da adolescente grávida (SANTOS; NOGUEIRA, 2009). E a maioria das adolescentes desse estudo não tem ocupação profissional, sendo assim, não contribui com a renda familiar e acaba dependente financeiramente da família e/ou do parceiro para lidar com as novas despesas (PERSONA; SHIMO; TARALLO, 2004). E o benefício governamental poderia diminuir tais complicações econômicas, ampliando a renda familiar mensal das famílias desta UAPS.

Assim como em outros estudos, verificou-se aqui a desestrutura familiar, que em sua maioria se deve ao fato de as adolescentes terem pais separados, desaparecidos ou falecidos (PERSONA; SHIMO; TARALLO, 2004; MOREIRA *et al.*, 2008). E verifica-se que a presença dos pais separados é maior entre adolescentes grávidas do que em gestantes não adolescentes (PINTO *et al.*, 2010). Diante disto, a ausência da paternidade, na vida da adolescente, pode influenciar na busca por um companheiro, uma vez que elas sentem a falta da figura masculina e paterna (PERSONA; SHIMO; TARALLO, 2004).

Sobre as reações das adolescentes e dos familiares diante da gravidez, elas nem sempre são negativas, pois o contexto histórico da mulher envolve o casamento e a gravidez, principalmente nas classes sociais mais baixas (HOGA; BORGES; ALVAREZ, 2009).

Isto pode explicar o fato de as reações dos familiares e das adolescentes, neste estudo, terem sido boas, em sua maioria, ao se descobrir a gravidez. Preconiza-se que a reação da família diante da gravidez na adolescência seja por acolhimento, uma vez que a falta de apoio da família pode levar as adolescentes grávidas aos transtornos psicológicos que podem influenciar na gravidez saudável (SILVA,

2010). No entanto, as reações dos familiares tendem a ser contraditórias: podem prevalecer os sentimentos de revolta diante da gravidez, o que leva à expulsão da adolescente de casa, à imposição de um casamento ou união estável e até mesmo a um aborto (SOZO VITOR; LOPES; MENEZES, 2008).

As adolescentes do presente estudo não declararam ter sofrido violência durante a gravidez, ao contrário de outros estudos (JORGE *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2010). Neste estudo, apenas uma adolescente relatou ter sofrido violência sexual na infância. Histórico de violência na vida de adolescentes está entre os fatores de risco que levam à depressão durante a gravidez, visto que cerca de 25% de adolescentes grávidas que sofreram abuso sexual tiveram depressão (PEREIRA *et al.*, 2010).

Durante as entrevistas das participantes, foram visualizados, de forma subjetiva, alguns desconfortos diante das perguntas do roteiro, em que elas mudaram as expressões faciais e desviaram o olhar, demonstrando preocupações com as condições financeiras desfavoráveis, e o tom de voz, em sua maioria, era baixo.

É de extrema importância que o profissional da Unidade de Atenção Primária à Saúde (UAPS) conheça o perfil e crie um vínculo com estas adolescentes, para o entendimento sobre a sexualidade e suas consequências, diminuindo o número de gravidez precoce entre adolescentes (PINTO *et al.*, 2005).

Portanto, ser adolescente e mãe ao mesmo tempo, ou seja, a união dessas duas fases na vida de uma mulher cria situações conturbadas, em que são necessários maiores esforços para compreender as mudanças nesta fase e assim enfrentar os obstáculos da gravidez na adolescência (BARRETTO; OLIVEIRA, 2010). Com as transformações biopsicossociais do período da adolescência em união com o período gestacional, que por si só comporta diversas mudanças, desperta-se um amplo campo de estudo, com investigações sobre as complexidades desta gravidez e seus aspectos (MOTA *et al.*, 2010).

5. CONCLUSÃO

A gravidez na adolescência é um fenômeno complexo, um problema social e de saúde pública no Brasil, que antecipa as responsabilidades, modifica o processo natural de transformação da criança em adulto, pulando etapas importantes do seu desenvolvimento, levando a complicações biopsicossociais.

O domínio das dimensões biopsicossociais das adolescentes grávidas pelos profissionais da saúde deve ser o primeiro passo antes da elaboração de estratégias de saúde, identificando os riscos que levam à gravidez precoce e indesejada, buscando diminuir o crescente número de gravidez durante a adolescência.

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de ações de saúde e promoção de saúde na própria UAPS e em parcerias entre UAPS e as escolas, para promover educação em saúde, criação de estratégias específicas e políticas públicas preventivas, esclarecendo dúvidas e oferecendo toda orientação a respeito do assunto, modificando assim a realidade enfrentada por esses jovens.

O profissional fisioterapeuta, através da sua formação acadêmica, é capacitado para atuar em qualquer nível de atenção à saúde, com a elaboração de programas de promoção, recuperação e proteção à saúde da população. Assim, o fisioterapeuta presente na equipe do NASF pode atuar no ambiente escolar e na própria UAPS, promovendo educação em saúde entre adolescentes e estabelecendo estratégias específicas para minimizar ocorrência de gravidez nesta faixa etária.

Finalmente, o envolvimento da família, dos professores e dos profissionais da saúde especialmente aqueles ligados à ESF é essencial para o sucesso de qualquer ação direcionada aos adolescentes. Portanto sugerem-se não apenas estudos sobre adolescentes grávidas, mas também a implementação de ações de saúde voltadas para estes adolescentes.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Joana; MIRANDA, Patrícia; LUZ, Alexandra; MOLEIRO, Pascoal. O perfil biopsicossocial do adolescente em consulta hospitalar – experiência de 8 anos de uma unidade de medicina do adolescente. *Revista de Psicologia da Criança e do Adolescente*, 6(2): 31-46, 2015.

BAPTISTA, Makilim Nunes; BAPTISTA, Adriana Said Daher; TORRES, Erika Cristina Rodrigues. Associação entre suporte social, depressão e ansiedade em gestantes, *Revista de Psicologia do Vetor Editora*, 7(1): 40-41, 2006.

BRASIL. Lei n.º 3/84, de 24 de Março. Educação sexual e planejamento familiar. *Diário da República do Brasil*, Brasília-DF, 1984. Disponível em: <http://www.apf.pt/sites/default/files/media/2015/lei_3_84.pdf> Acesso em: 17 jul. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos em 2014- SINASC. Brasília-DF, 2014. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvuf.def>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Saúde integral de adolescentes e jovens: orientações para a organização de serviços de saúde: Série A: Normas e Manuais Técnicos*. Brasília-DF, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação Nacional de DST/HIV/AIDS, CEBRAP. *Comportamento Sexual da População Brasileira e Percepções sobre HIV/Aids*. Brasília-DF, 2000.

BRASIL, Ministério da Saúde. *SIH-DATASUS - Sistema de Informações Hospitalares do*

- Sistema Único de Saúde*. Brasília-DF, 2010. Disponível em: <<http://data-sus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/hospitales/sihsus>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- BARRETTO, Ana Paula Valasques; OLIVEIRA, Zulmerinda Meira. O ser mãe: expectativas de primigestas. *Revista Saúde.com*, 6(1): 9-23, 2010.
- BORGES, Ana Luiza Vilela; SCHOR, Néia. Início da vida sexual na adolescência e relações de gênero: um estudo transversal em São Paulo. *Cadernos de Saúde Pública*, 21(2): 499-507, 2005.
- CHALEM, Elisa, *et al.* Gravidez na adolescência: perfil sócio demográfico e comportamental de uma população da periferia de São Paulo, *Cadernos de Saúde Pública*, 23(1): 177-186, 2007.
- CANO, Maria Aparecida Tedeschi; FERRIANI, Maria das Graças Carvalho; GOMES, Romeu. Sexualidade na adolescência: um estudo bibliográfico. *Revista Latino-Americana de enfermagem*, 8(2): 18-24, 2000.
- COARD, S.; NITS, K.; PARK, P.; FELICE, M. Predictors of repeat pregnancy in urban adolescent mothers, v. 22, n. 2, p. 173, fev. 1998.
- CUNHA, A. C. B. NUNES, L. R. NOGUEIRA, D. S. "Maternidade na adolescência: fator de risco para desenvolvimento de crianças com distúrbio de comportamento", in: NUNES, F. P. S. CUNHA, A. C. B. (org.). *Dos problemas disciplinares aos distúrbios de conduta: práticas e reflexões*. Rio de Janeiro: Dunya Editora, 1999, p. 130-149.
- DAVID, Maria Laura Oliveira *et al.* Proposta de atuação da fisioterapia na saúde da criança e do adolescente: uma necessidade na atenção básica. *Revista Saúde em Debate*, 37(96): 120-129, 2013.
- DIAS, Ana Cristina Garcia; TEIXEIRA, Marco Antônio Pereira. Gravidez na adolescência: um olhar sobre um fenômeno complexo. *Revista Paideia*. 20(45): 123-31, 2010.
- FONSECA, Juliany Marques Abreu da; RODRIGUES, Malvina Thais Pacheco; MASCARENHAS, Márcio Dênis Medeiro; LIMA, Luisa Helena de Oliveira. A fisioterapia na atenção primária à saúde: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 29(2): 288-294, 2016.
- GODINHO, Roselí Aparecida; SCHELP, Joselaine Rosália Batista; PARADA, Cristina Maria Garcia de Lima; Bertoncello, Neide Marina Feijó. Adolescentes e grávidas: onde buscam apoio? *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 8(2): 25-32, 2000.
- HOGA, Luiza Akiko Komura; BORGES, Ana Luiza Vilela; ALVAREZ, Rocio Elizabeth

Chavez. Gravidez na adolescência: valores e reações dos membros da família, São Paulo-SP, *Acta Paulista de Enfermagem*, 22(6): 779-785, 2009.

JORGE, Maria Helena Prado de Mello *et al.* Características das gestações de adolescentes internadas em maternidades do estado de São Paulo, 2011. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(2): 305-316, 2014.

LIMA, L. J. S. *A equipe de saúde da família e a educação sexual na adolescência: um estudo em uma unidade de saúde da família*. 2014. 91 f. Dissertação (Pós-graduação em Ensino em Ciências da Saúde) - Departamento de Medicina da Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho-RO, 2014.

MOREIRA, Betina Loitzenbauer da Rocha; FOLMER, Vanderlei. Educação sexual na escola: construção e aplicação de material de apoio. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, 6(2): 151-160, 2011.

MOREIRA, Thereza Maria Magalhães; VIANA, Danielle de Sousa; QUEIROZ, Maria Veraci Oliveira; Jorge, Maria Salete Bessa. Conflitos vivenciados pelas adolescentes com a descoberta da gravidez, *Revista da Escola de Enfermagem*, 42(2):312-320, 2008.

MOTA, Elizabeth Moreira; OLIVEIRA, Mirna Fontenele de; VICTOR, Janaína Fonseca; PINHEIRO, Ana Karina Bezerra. Sentimentos e expectativas vivenciados pelas primigestas adolescentes com relação ao parto. *Revista Rene*, 12(4): 692-698, 2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Problemas de la salud de la adolescencia*, 1964, Genebra, 1965. 30 p.

PAULICS, Veronika. *Atenção à gravidez na adolescência*. 2006. Disponível em: <<http://csbh.fpabramo.org.br/formacao/pt-no-parlamento/atencao-gravidez-na-adolescencia>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PEREIRA, M. A. B. ROMÃO, M, S. VITALLE, M. S. S. A primeira relação sexual de adolescentes homens. *Revista Adolescência e Saúde*, 11(2): 72-79, 2014.

PEREIRA, Priscila Krauset; LOVISI, Giovanni Marcos; LIMA, Lúcia Abelha; LEGAY, Leticia Fortes. Complicações obstétricas, eventos estressantes, violência e depressão durante a gravidez em adolescentes atendidas em unidade básica de saúde. *Revista de psiquiatria clínica*, 37(5): 216-222, 2010.

PERSONA, Lia; SHIMO, Antonieta Keiko Kakuda; TARALLO, Maria Celina. Perfil de adolescentes com repetição da gravidez atendidas num ambulatório de pré-natal. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 12(5): 745-750, 2004.

PIERRE, Luzia Aparecida dos Santos; CLAPIS, Maria José; Planejamento familiar em

Unidade de Saúde da Família, *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 6(18):1-8, 2010.

PINTO, Luiz Felipe *et al.* Perfil social das gestantes em unidades de saúde da família do município de Teresópolis. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, 10(1): 205-213, 2005.

PINTO, S. J. L. NOGUEIRA, C. W. M. "A multigravidez na adolescência", in: *Organização Panamericana da Saúde e OMS. Coletânea sobre saúde reprodutiva do adolescente brasileiro*. Brasília (DF): Organização Panamericana da Saúde/OMS; 1988, pp. 101-111.

PIROTTA, Kátia Cibelle Machado *et al.* Educação sexual na escola e direitos sexuais e reprodutivos, *Boletim do Instituto de Saúde*, São Paulo-SP, p. 1-10, jul. 2006.

RIOS, Karyne de Souza Augusto; WILLIAMS, Lúcia Cavalcanti Albuquerque; AIELLO, Ana Lúcia Rossito. Gravidez na adolescência e impactos no desenvolvimento infantil. *Revista Adolescência e Saúde*, 4(1): 6-11, 2007.

ROSA, A. J. *Novamente grávida: adolescentes com maternidades sucessivas em Rondonópolis, MT* [tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2007.

SANTOS, Cristiane Albuquerque C.; NOGUEIRA, Kátia Telles. Gravidez na adolescência: falta de informação? *Revista Adolescência e Saúde*, 6(1): 48-56, 2009.

SANTOS, I. M. M. SILVA, L. R. "Estou grávida, sou adolescente e agora? – Relato de experiência na consulta de enfermagem", in: RAMOS, F. R. S. MONTICELI, M. NITSCHKE, R. G. (org.). *Projeto Acolher: um encontro de enfermagem com o adolescente brasileiro*. Brasília: ABEn/Governo Federal, p. 176-182, 2000.

SCHOR, Neia; LOPES, A. Fanny. Adolescência e anticoncepção: estudo de conhecimento e uso em puérperas internadas por parto ou aborto. *Revista Saúde Pública*, 24(6): 506-511, 1990.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL ENLAÇANDO SEXUALIDADES. Fatores de riscos e implicações da gravidez na adolescência: uma busca nas evidências científicas, 2011. Salvador, 2001. 11 p. Disponível em: <<https://nugsexdiadorim.files.wordpress.com/2011/12/fatores-de-riscos-e-implicac3a7c3b5es-da-gravidez-na-adolesc3aan-cia-uma-busca-nas-evidc3aan-cias-cientc3ad-ficas.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2016.

SILVA, Lea Poliane Moreira; SANTOS, Leonor Caixeta. Gravidez na adolescência: repercussões para sua saúde integral. *Perquirêre*. Patos de Minas-MG, ed. 5, ano 5, jun. 2008.

SILVA, Liliâne Moura. *Gravidez na adolescência: um problema biopsicossocial*. 2010. 29 f. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal de Minas Gerais, São Roque de Minas-MG, 2010.

SIMÕES, Aline Rios. Gravidez na adolescência: perfil das gestantes e puérperas e fatores associados. *Revista de Saúde Pública*, 3(1): 57-68, 2010.

SLAP, G. B. Menstrual disorders in adolescence. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics e Gynaecology*, n. 17, p. 75-92, 2003.

SOZO VITOR, R. LOPES, C. P. MENEZES, H. S. Mulheres que foram mães na adolescência: reação familiar e do companheiro diante da gravidez. *Revista da Amrigrs*, 52(2): 110-114, 2008.

XIMENES, Fernanda Maria Aragão; OLIVEIRA, Mylza Carvalho Rosado. A influência da idade materna sobre as condições perinatais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, 17(2): 56-60, 2004.

YAZLLE, Marta Edna Holanda Diógenes. Gravidez na adolescência. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*. 28(8): 443-445, 2006.

Estudo da anatomia humana: um relato de experiência

Study of human anatomy: an experience report



Lorena Marques de Piau Vieira

Acadêmica do 10º Período do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas/UNIPAM. e-mail: nena_piau@hotmail.com

Kelen Cristina Estavanate de Castro

Professora orientadora do Centro Universitário de Patos de Minas/UNIPAM. e-mail: kelen@unipam.edu.br

RESUMO: Este artigo é um relato de experiência cuja intenção é descrever e analisar a participação de uma estudante de medicina em seminários de anatomia com a utilização de cadáveres após pouco tempo de óbito. O III Seminário de Anatomia Clínica e o I Seminário de Técnicas Cirúrgicas foram promovidos pelo Instituto de Anatomia Aplicada (IAA) no Hospital Nicholson Center, na cidade de Orlando, Flórida, EUA. Foram seis dias de aprendizado em que a estratégia de ensino baseava-se na compreensão da teoria aliada à dissecação anatômica de corpos estruturalmente viáveis e equivalentes aos de um ser humano ainda com vida. Assim, a experiência vivenciada pela estudante permitiu conhecer peculiaridades do corpo humano de maneira mais tangível e assimilar que o entendimento da ciência anatômica é elementar para uma educação médica de qualidade, sobretudo no que se refere ao âmbito cirúrgico.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia. Dissecação. Corpo humano.

ABSTRACT: This article is about an experience report whose intention is to describe and appreciate the participation of a medical student in anatomy seminars. These courses used corpses to study after a short time of death. The III Seminar on Clinical Anatomy and the I Seminar on Surgical Techniques were created by the Institute of Applied Anatomy (IAA) at Nicholson Hospital in the city of Orlando, Florida, USA. In six days the learning strategy included understand the theory allied to the anatomical dissection of corpses similar to a still alive human. Therefore, the experience lived by the student allowed to know the peculiarities of the human body and made possible assimilate anatomical science.

KEYWORDS: Anatomy. Dissection. Human body.

1. INTRODUÇÃO

Anatomia humana é uma área da ciência biológica que estuda macroscopicamente os constituintes do corpo humano. É disciplina obrigatória em todos os cursos voltados à saúde, pois fornece conhecimentos primordiais sobre forma e localização de estruturas do organismo (TAVANO, 2011)

O interesse no campo anatômico perdura no tempo. São famosos os relatos sobre anatomia criados por Aristóteles (384-322 a.C.), considerado o fundador da anatomia comparativa, visto que na época o estudo em cadáveres era interceptado por questões éticas e filosóficas. O primeiro homem a dissecar um cadáver humano foi Herófilo de Calcedônia, progredindo os escassos conhecimentos anatômicos com a descrição de localização, tamanho e formato de alguns órgãos (NEVES, 2010).

As aulas práticas de anatomia executadas em sua maioria em cadáveres humanos colaboram para a assimilação do conteúdo teórico. No entanto, o processo de aprendizagem dessa matéria é penoso, sendo muitas vezes restrito à tradicional exposição do conteúdo pelo professor e à memorização das estruturas pelos alunos. Muitas vezes não há o compromisso em construir um raciocínio e relacionar os sistemas do corpo com a prática profissional do acadêmico, e a disciplina fica restrita a fixar a nomenclatura anatômica (DAMASCENO, SABINI, 2003).

Aliada a isto, a diminuição da oferta de cadáveres para utilização prática prejudica ainda mais a formação dos discentes. A dificuldade em obter material humano para estudo associado a cadáveres em ruim estado de conservação fez com que atualmente os centros de ensino em Medicina buscassem modelos sintéticos e o uso intenso da tecnologia para tentar compensar esta falha (DEMOGURSKI *et al*, 2011).

Imagens computadorizadas e peças irreais são bons complementos para a aprendizagem anatômica. Todavia, não são capazes de substituir o valor instrutivo que o estudo em um cadáver preservado é capaz de fornecer, com destaque para a consistência, a coloração, o formato e a relação de profundidade dos tecidos do corpo próximos aos de um ser ainda com vida (MELO *et al*, 2007).

A complexa incumbência das faculdades de Medicina em obter cadáveres fundamenta-se também pela alteração jurídica sobre a forma de adquirir esses corpos. A lei nº 8.501 de 1992 sancionou que cadáveres não reclamados às autoridades públicas poderiam ser utilizados em instituições de estudo, desde que após 30 dias eles ainda estivessem desprovidos de documentação que os identifique, sem qualquer informação sobre parentes ou responsáveis e após divulgação em meios de comunicação referentes ao óbito sem sucesso de identificação do falecido (BRASIL, 1992).

Entretanto, em vista de questões éticas e devido à evolução nos meios de comunicação, perdura-se hoje no Brasil a obtenção de cadáveres através de doação voluntária de corpos, ato respaldado legalmente pelo artigo 14 da lei 10.406 de 2002 do Código Civil Brasileiro, que regulamenta os meios para este feito. A

doação de corpos não é ainda culturalmente aceita no país, posto que as tradições religiosas de sepultamento são muito sólidas na cultura brasileira (BRASIL, 2002).

Isto posto, entende-se que um acadêmico que em sua formação profissional dispõe de qualificação apropriada em todas as áreas, incluindo o campo da anatomia humana, possivelmente cometerá menos erros. Uma educação médica responsável, aliada à constante atualização do conhecimento, fornece ao profissional um cuidado adequado do paciente e minimiza o acometimento de danos (BITENCOURT *et al*, 2007).

Pensando nisto, médicos e professores de anatomia criaram nos Estados Unidos um curso de anatomia clínica em cadáver fresco. Trata-se de um método de ensino inovador que proporciona contato com material humano poucos minutos após o óbito, desenvolvendo um raciocínio anatômico muito mais próximo da realidade.

Devido à escassez de literatura que mencione a existência deste curso, este relato de experiência mostra-se plausível pelo tema de relevância ímpar na formação de profissionais da área da saúde. Aos discentes deve ser concedido uma capacitação de qualidade para que estes finalizem o curso superior com inteligência anatômica mínima para identificar estruturas orgânicas e relacioná-las com a prática clínica.

Refletir sobre os métodos alternativos de aprendizagem criados pelas instituições de ensino para suprir parcialmente esta escassez de cadáveres é essencial para assegurar uma boa formação do acadêmico e evitar imperícia médica. Diante do referido, este estudo tem como objetivo relatar a experiência vivenciada por uma acadêmica de Medicina de um centro universitário brasileiro em um evento sobre anatomia humana.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A HISTÓRIA DA ANATOMIA HUMANA

Com um protótipo constante de ensino, as faculdades de medicina geralmente almejam como objetivo principal o cumprimento do planejamento pedagógico. O propósito de oferecer qualidade acadêmica e permitir o aprendizado do aluno é um processo que exige maior complexidade. Avaliar se os conceitos-base que estão sendo elaborados pelos estudantes condizem com a literatura científica é função essencial dos educadores, especialmente em disciplinas objetivas como a anatomia humana (MONTES; SOUZA, 2010).

A oportunidade de lecionar anatomia nem sempre foi possível. Impedimentos religiosos e punições aos anatomistas minimizaram o progresso da disciplina, sendo a dissecação de corpos rigorosamente proibida (CALAZANS, 2013). Entretanto, o fascínio e a curiosidade sobre esta ciência sempre acompanharam o ser humano.

Instintivamente, desde a pré-história, o homem já aprendia a respeito da

anatomia animal, ao selecionar partes da caça para o consumo próprio. Todavia, o primeiro registro oficialmente reconhecido ocorreu somente no século III a. C em Alexandria.

Embora Hipócrates, eternizado pelo juramento médico, seja considerado por muitos o pai da Medicina, os créditos de fundador da anatomia humana foram concedidos a Aristóteles (384 a.C.–322 a.C.). Este filósofo nomeou algumas estruturas do corpo humano, como por exemplo a artéria aorta e foi o primeiro que por meio de estudos em animais estabeleceu paralelos com a anatomia do homem (NEVES, 2010).

Fundamentado pelas comparações de Aristóteles, o médico e filósofo Galeno (131 a 192 d.C.) se equivocou ao concluir que algumas particularidades humanas eram idênticas às dos animais. Apesar disto, ainda sim foi um respeitado colaborador na formação do conhecimento anatômico (CALAZANS, 2013).

Em meados do século IV interromperam-se o desenvolvimento e o reconhecimento da anatomia humana como esfera científica. Em virtude do contexto histórico da época, destacado pela queda do Império Romano, o progresso da disciplina reduziu-se substancialmente. O retorno da valorização do estudo do corpo humano assinalou o fim da desse período histórico e o advento do Renascimento (NEVES, 2010).

Diante disto, a prática de dissecação de cadáveres humanos difundiu-se para as instituições de ensino médico, sendo implantadas a princípio nas universidades de Bologna, Pádua e em Messina. Exalta-se neste período a contribuição da história da arte através dos esboços anatômicos criados por Vesalius e especialmente por Leonardo Da Vinci (KRUSE, 2004). O quadro do “Homem Vitruviano” configura-se como um dos maiores símbolos de representação anatômica, com destaques para noções de simetria e equilíbrio corporal (GOMES, *et al* 2009).

No Brasil, a anatomia humana como disciplina foi instaurada somente em 1808, no momento em que a família real portuguesa fundava a Primeira Escola de Medicina do Brasil, na cidade de Salvador. O ensino já surgiu com enormes deficiências e limitações, inclusive com ausência de instrumentos cirúrgicos para as disseções (CALAZANS, 2013).

Similarmente ao que ocorre nos dias vigentes, a obtenção de corpos humanos para análise era árdua. Esta carência culminava na violação de sepulturas, roubos e tráficos de cadáveres (NEVES, 2010).

Com a ascensão da disciplina e a difusão da anatomia humana como ciência, houve a necessidade de aprimorar a exploração dos corpos. O conhecimento sobre conservação da matéria era ínfimo, de maneira que as disseções eram executadas sem interrupções. (CALAZANS, 2013).

O primeiro método de conservação da matéria demonstrou precariedade e resultados insatisfatórios. Apesar disto, em meados do século XVI, a técnica de embalsamento papal inaugurava a preservação de cadáveres e ampliava o tempo de estudo para os anatomistas. O desenvolvimento deste importante tópico dentro da disciplina possibilitou a independência da anatomia que se mostrava extremamente subordinada aos pareceres da cirurgia (NEVES, 2010).

À vista disto, várias técnicas de conservação das peças anatômicas foram desenvolvidas, citando-se como exemplo o formaldeído, a glicerina, o álcool etílico e o fenol. O formaldeído ainda é a substância mais empregada, entretanto, em decorrência de seu potencial irritativo, aliado ao seu odor desagradável, o seu uso está em decadência (ANDREOLI *et al*, 2012).

Na época atual, uma estratégia inovadora é a mumificação dos corpos, também conhecida como plastinação. A técnica foi criada em 1977 na Universidade Heidelberg, na Alemanha, proporcionando um estudo sem incômodos olfativos nem alterações da matéria geralmente causada pelos conservantes. Por meio da troca da água corporal e da gordura dos tecidos por materiais plásticos, o método é capaz de oferecer durabilidade ilimitada, facilidade de manuseio e ótima visualização dos cadáveres. Infelizmente, o acesso a esta técnica ainda é restrito a poucos centros de ensino, e a limitação de material humano para o estudo perdura ainda como um obstáculo (ANDREOLI *et al*, 2012).

Ainda assim, mesmo com o desenvolvimento de diversas técnicas, a deterioração da matéria é inevitável, e a transformação do corpo humano prejudica o aprendizado dos acadêmicos. Com o propósito de aperfeiçoar o estudo, a tecnologia aplicada à área da saúde vem se destacando. A realidade virtual permite a visualização de estruturas corporais de maneira dinâmica e tridimensional. No entanto, é uma ferramenta de complementação que por si só não se sobrepõe ao estudo de cadáveres, pois não permite a compreensão de dimensões, texturas, peso e consistência das peças anatômicas (MELO *et al*, 2007).

2.2. A UTILIZAÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS PARA O ESTUDO DA ANATOMIA

É unânime que a assimilação adequada do conteúdo anatômico envolve diversas metodologias, incluindo o uso de cadáveres humanos dissecados. O estudo de material orgânico configura-se como uma das maneiras mais antigas e consolidadas para lecionar anatomia.

O conhecimento anatômico por meio do estudo prático é essencial para uma educação médica de qualidade. A importância do cadáver como material de estudo extrapola o âmbito cirúrgico em que o treinamento de técnicas em cadáveres é constantemente usado, sendo fundamental também em áreas envolvendo a pesquisa em que o tecido humano é várias vezes requisitado (DEMBOGURSKI *et al*, 2011).

Destaca-se ainda a relevância do contato com corpos falecidos na formação do estudante, visto que é inevitável que um profissional da área médica saiba lidar com a morte com intensa propriedade (DEMBOGURSKI *et al*, 2011).

Assim como já descrito, a obtenção de material humano sempre foi um grande obstáculo para o ensino da anatomia. Antigamente, a priori os criminosos europeus que faleciam eram utilizados para estudo. Mais tarde os corpos provinham de cadáveres não reclamados e mais recentemente a maioria dos cadáveres é advinda de doações (MELO PINHEIRO, 2010).

Em países como Japão, Alemanha e Estados Unidos, o sistema de divul-

gação a respeito do processo de doação de corpos permite com que a população compreenda a seriedade do estudo em material humano aumentando o número de adeptos (DEMBOGURSKI et al, 2011).

No Brasil, a maioria dos corpos disponíveis nas faculdades são de pessoas não identificadas. Todavia, o que atualmente vigora é a obtenção por meio de doação dos corpos. Este processo ainda não garante número suficiente de cadáveres para estudo, visto que esta atitude ainda não é bem aceita pelo cidadão brasileiro. Ademais, em nossa cultura predominam as doutrinas religiosas de sepultamento (BRASIL, 2016).

Alguns empecilhos dificultam ainda mais a realização desta prática. O pagamento do auxílio-funeral pela Previdência Social exclusivamente aos beneficiários que realizam o sepultamento dos seus familiares é um dos obstáculos existentes contrários à doação dos corpos (BRASIL, 2016).

Portanto, os centros de ensino atuais carecem de incentivos à doação de corpos e de estímulos a discussão do tema. Debater a problemática é sem dúvida a etapa inicial para sua resolução. A escassez de cadáveres para estudo compromete significativamente a formação dos acadêmicos da área da saúde, sendo indispensável encontrar soluções que garantem uma qualificação médica de qualidade (COSTA *et al*, 2012).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O exposto trabalho enquadra-se como um relato de experiência cujo objetivo foi descrever a participação de uma acadêmica de medicina no III Seminário de Anatomia Clínica e no I Seminário de Técnicas Cirúrgicas. O evento foi promovido pelo Instituto de Anatomia Aplicada (IAA) no Hospital Nicholson Center, na cidade de Orlando, Flórida, EUA.

As aulas do III Seminário de Anatomia Aplicada foram ministradas do dia 13 ao dia 16 de dezembro de 2016, para cerca de 170 estudantes de todas as partes do Brasil. Após a sua finalização ocorreram as aulas do I Seminário de Técnicas Cirúrgicas nos dias 17 e 18 de dezembro para aproximadamente 15 estudantes. Todo o conteúdo exposto foi ministrado em português, predominando a participação de brasileiros no evento.

O Hospital Nicholson Center, local destinado à realização dos cursos, é um dos poucos centros de treinamento do mundo que oferece educação médica contínua e integrada no próprio campus de um hospital. O setor utilizado é uma área unicamente com finalidade educacional, não sendo disponibilizada para atendimento e internação de pacientes.

As despesas para o comparecimento nos seminários, bem como os custos envolvidos com a viagem, foram assumidos pela acadêmica pelo interesse de ampliação de conhecimento na área.

Para garantir a excelência e a qualidade do curso, foram selecionados aproximadamente 20 docentes renomados na área com grande habilidade didáti-

ca. Ao unir estrutura física de ponta e professores capacitados, o IAA ofereceu aos presentes dias de intenso aprendizado e crescimento profissional.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No primeiro dia de evento os estudantes foram direcionados ao auditório, local em que foram distribuídas as vestimentas adequadas para o uso dentro do hospital e para a apresentação da equipe. Ademais foram esclarecidas regras de funcionamento do curso. Dentre elas, colocam-se em evidência a não divulgação dos cadáveres de estudo e o respeito indispensável aos falecidos.

Inicialmente, a primeira aula foi ministrada diretamente do bloco cirúrgico sendo transmitida ao vivo por grandes telas no auditório. Essa transmissão ao vivo garantiu uma melhor visualização por todos os estudantes e permitiu a interrupção com perguntas ou comentários dos presentes.

Todos os materiais que compõem a mesa cirúrgica foram apresentados, esclarecendo suas formas de manuseio e suas diferenças. Esclareceram-se neste primeiro momento os conceitos de incisão, divulsão, diérese, hemostasia, exérese e síntese, que são imprescindíveis para o vocabulário adequado em meio cirúrgico.

A título de exemplo, foi evidenciada a diferença entre a pinça de Crile e a pinça Kelly. A pinça de Crile possui ranhuras transversais em toda sua extensão, conferindo-lhe utilidade no pinçamento de estruturas. Também por este motivo, trata-se de uma pinça que não desliza facilmente. A pinça de Kelly, por sua vez, possui ranhuras em apenas 2/3 de sua extensão preensora.

Abordar esta temática como introdução foi fundamental para nivelar o conhecimento dos estudantes. De certa forma, para alguns a apresentação das pinças cirúrgicas serviu de revisão e, para outros, foi um primeiro contato com a matéria. A nomenclatura do material é definida universalmente, o que contribui para a fixação do conhecimento.

Seguidamente foram expostos os planos anatômicos do corpo (coronal, sagital e axial), planos de dissecação e alguns pontos de referência comumente usados. Esta conceituação básica propicia a compreensão espacial do corpo humano, convertendo a ideia bidimensional dos livros para uma compreensão tridimensional e real do homem.

Foram discutidos os principais tecidos humanos durante uma dissecação realizada ao vivo, iniciando-se pela pele e finalizando-se em níveis mais profundos. Neste instante foi possível perceber claramente a diferença entre o estudo em cadáveres frescos e em cadáveres considerados “fixados”.

Para assegurar o estudo prolongado em cadáveres, é necessário, principalmente em países como o Brasil, o uso de métodos de fixação e preservação por meio de soluções químicas denominadas fixadores. Essas substâncias têm por finalidades básicas evitar alterações da constituição química das células, fixar proteínas e inativar enzimas proteolíticas capazes de causar autólise (SCORSATO;

TELLES, 2011). Mais que reduzir a deterioração do material, este método é capaz de frenar a proliferação de patógenos que podem ser causadores de doenças.

Os fixadores de destaque são os fenóis, aldeídos, ácidos (pícrico, acético, bórico, salicílico e arsênico), compostos halogenados, agentes oxidantes, metais pesados e seus sais corantes (cloreto de sódio, os hipocloretos de sódio, o potássio, o cálcio, o sulfato de potássio, o nitrato de potássio, o acetato sódico, o sulfato ferroso e outros), enxofre e tiosulfatos. Sem dúvida, os fixadores de uso mais frequente são o formaldeído, a glicerina, o álcool etílico e o fenol.

Conforme um artigo publicado em 2016 na *Revista de Medicina da USP* de São Paulo, 83,3% das universidades brasileiras utilizam a formolização, 56,4% a glicerinação e 2,6% fazem uso da plastinação. Todavia, quando se questionam os docentes sobre o grau de satisfação com o método de conservação, verifica-se uma alta porcentagem de descontentamento. Nas instituições que fazem uso do formol, 58,8% dos professores expressam insatisfação. De maneira similar, nas faculdades que utilizam glicerinação, 45,5% estão insatisfeitos (SILVA *et al*, 2016).

Isto acontece porque muitos fixadores, além de possuírem odor desagradável, modificam muito a configuração normal do corpo humano. O formol, por exemplo, aumenta a reatividade dos componentes metilol, favorecendo a condensação com amida e formando pontes cruzadas de metileno, o que enrijece o tecido (SCORSATO; TELLES, 2011).

Assim, durante este primeiro dia do III Seminário de Anatomia Aplicada, foi possível comparar e identificar as vantagens do estudo em cadáveres com pouco tempo de óbito. Durante a dissecação realizada pelo professor, notou-se uma textura, coloração e flexibilidade de várias estruturas corporais equivalentes às de um ser ainda com vida.

Dando continuidade ao curso, no segundo dia (14/12/2016), os estudantes foram divididos em subgrupos. Foi realizada uma rotatividade de comparecimento ao laboratório à medida que todas as partes do corpo humano foram sendo dissecadas. Os alunos que não estavam presentes no campo cirúrgico permaneceram acompanhando o procedimento através da transmissão ao vivo.

Os cadáveres foram dissecados em diferentes níveis de profundidade, apresentando para os estudantes presentes os tecidos musculares, subcutâneos, as fâscias e também o sistema vascular. Ao discernir artéria e veia pela consistência e calibre da parede, demonstrou-se mais uma vez como a boa conservação da matéria é fundamental para o aprendizado.

Estudou-se a anatomia topográfica de todos os segmentos do corpo, iniciando-se pelos membros superiores e extremidades, tórax e abdômen, e finalizando-se com membros inferiores, face, região do pescoço e cérebro. Para a maioria dos presentes, o estudo do encéfalo possivelmente foi a área de maior interesse. O órgão caracteriza-se por ser flácido e se desfazer com facilidade, sendo manuseado com cautela pelos professores. Identificou-se no cadáver que estava sendo dissecado a presença de áreas esbranquiçadas que hipoteticamente podem representar uma área de isquemia sofrida por aquele ser humano.

No terceiro e no quarto dia (15/12/2016 e 16/12/2016), finalizaram-se as

transmissões ao vivo e todos os estudantes se direcionaram ao bloco cirúrgico. As peças para dissecação foram organizadas em mesas, e foi estabelecido um tempo para rodízio. Neste momento, os procedimentos foram realizados pelos estudantes auxiliados pela presença dos professores.

Além dos segmentos do corpo que já tinham sido apresentados em momentos anteriores, neste dia houve duas mesas inéditas. Uma delas continha um cadáver posicionado de bruços, para que fosse realizada uma punção lombar. Essa técnica caracteriza-se por ser um procedimento em que se introduz uma agulha entre L2-L3, L3-L4 ou L4-L5 com a finalidade de retirada do líquido cefalorraquidiano. Pode ser executada para análise laboratorial do líquido ou também para infusão de medicamentos, sendo uma técnica muito utilizada na anestesiologia (SILVA *et al*, 2004).

Em outra mesa foi possível conhecer um pouco mais sobre vídeo cirurgia. O cadáver havia sido devidamente posicionado com os instrumentais cirúrgicos. Provavelmente foi o primeiro contato da maioria dos estudantes com esta técnica, de maneira que muitos manifestaram dificuldade no manuseio dos trocartes e na interpretação da imagem no visor.

A professora responsável por este setor criou diversos desafios para os estudantes que tiveram de aprender a trabalhar em equipe para alcançar o que foi proposto. A título de exemplo, para a preensão do baço, foi necessário que outros dois trocartes sustentassem o estômago elevado. Foram minutos de intensa dedicação para adquirir um conhecimento mínimo acerca deste procedimento cirúrgico tão complexo.

Finalizou-se então o III Seminário de Anatomia Aplicada, e somente uma média de 20 alunos continuou a participação no I Seminário de Técnicas Cirúrgicas. No dia 17/12/2016, para iniciar a compreensão mais focalizada ao campo cirúrgico, restringimo-nos à discussão de alguns temas fundamentais.

Inicialmente foram abordados alguns aspectos da anestesiologia. Relembrou-se a utilização do éter em 1846 como primeiro anestésico em uma exérese de um tumor, realizada pelo cirurgião John Collins Warren, com o auxílio do dentista Thomas Green Morton. (REZENDE, 2009). Já nesta época a anestesia se mostrava substancial.

A preocupação em aliviar a dor anda em consonância com o objetivo curativo da cirurgia, de maneira que um bom anestésico deve ser capaz de produzir poucos efeitos indesejáveis, baixas toxicidades e proporcionar analgesia suficiente e extensiva ao pós-operatório. (MANICA, 2008).

Uma das substâncias mais utilizadas atualmente é o propofol. Possui como vantagem um rápido início de ação e uma lenta redistribuição aos segmentos menos perfundidos, de maneira que se apresenta como uma ótima opção para a manutenção endovenosa contínua. Entretanto, é um potente depressor do sistema respiratório devendo ser utilizado com cautela (MANICA *et al*, 2008).

Debateu-se também acerca do processo de cicatrização e das possíveis intervenções dos cirurgiões. Compreender a fisiologia e as fases do fechamento de feridas (fases inflamatória, proliferativa e de maturação) é fundamental para a

formação de um bom cirurgião (TAZIMA, 2008).

Outro conteúdo que foi levado em pauta é a ação bioquímica da cicatrização, tema este cada vez mais em proeminência. Suplementos e vitaminas são temas-destaque na sociedade científica atual, de forma que o seu uso é cada vez mais discutido no processo saúde-doença.

O BCAA, por exemplo, é um suplemento composto de aminoácidos de cadeia ramificada, que foi citado como opção de uso frequente nos EUA, no pós-operatório de vários pacientes com o objetivo de atenuar a perda de massa magra, melhorar o balanço proteico muscular e principalmente de favorecer o processo de cicatrização (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008).

Similarmente, o emprego do ácido ascórbico, conhecido como vitamina C, também auxilia na remodelação do tecido. O ascorbato (forma ativa da vitamina C) age como cofator na hidroxilação de resíduos de prolina do colágeno sendo necessária para a manutenção adequada da estrutura tecidual (ELIAS, 2014).

No dia 18/12/2016, exercitou-se a prática cirúrgica por meio da execução de vários pontos e nós cirúrgicos, com fios de sutura extremamente finos, de maneira a buscar a máxima simetria e perfeição. Em outro momento, recordou-se o procedimento de intubação oro traqueal e foi possível treinar várias vezes em bonecos apropriados. Relembrou-se também os componentes da mesa cirúrgica e a maneira correta de estruturá-la.

Um diferencial do I Seminário de Técnicas cirúrgicas foi a realização de operações cirúrgicas em cadáveres frescos, com a participação dos estudantes como instrumentadores. A presença do cirurgião plástico Dr. Alex de Souza possibilitou a realização de um lifting de face e de uma rinoplastia estimulando ainda mais o interesse dos alunos pela área cirúrgica. Por meio da realização desses procedimentos, notou-se a presença de secreção e sangue, demonstrando-se mais uma vez os benefícios de um material de estudo preservado, visto que é possível o treinamento de técnicas cirúrgicas com mais veracidade.

Outro momento de realce do curso foi a possibilidade de treinamento vigoroso das habilidades da vídeocirurgia. Por intermédio de um simulador de formato retangular, os estudantes exercitavam o manuseio dos trocartes por meio de exercícios de pega e condução de feijões. Aos poucos foi possível aprimorar a destreza com o material, entretanto, ficou nítido para os presentes a complexidade de procedimentos deste porte.

De maneira geral, o curso foi muito bem avaliado e aproveitado pelos estudantes, que puderam ampliar seus conhecimentos e comparar o estudo da anatomia humana em cadáveres fixados e cadáveres frescos. Corroborando este parecer, uma acadêmica de Medicina, estudante do mesmo centro universitário, deu o seguinte depoimento a respeito de sua participação no seminário:

“Acredito que essa experiência tenha sido uma das mais relevantes em toda minha vida, principalmente no que se diz respeito a minha carreira como médica. A riqueza de conhecimentos, com profissionais de excelência e materiais de ponta me levam a ter certeza que fiz uma ótima escolha em ir a esse curso nos EUA.

Nunca tive interesse pela área cirúrgica, mas acredito que a aproximação que tivemos com a anatomia humana nesse curso dá ao médico segurança necessária em qualquer área de atuação”.

5. CONCLUSÃO

Isto posto, fica evidente que a experiência vivenciada pela acadêmica mostrou-se favorável ao aperfeiçoamento do conhecimento anatômico, visto que a carência de material de estudo é realidade em muitas faculdades do país. Diante deste escasso número de cadáveres para ensino em muitas instituições brasileiras e considerando a necessidade do estudante de Medicina de adquirir um conhecimento integral da anatomia humana, é fundamental criar meios alternativos para a aquisição deste aprendizado.

Entende-se que a assimilação de qualquer conteúdo é mais facilmente alcançada quando se faz uso de uma associação de diferentes tipos de metodologias de ensino. Para um aproveitamento satisfatório dos seminários, foi necessária uma boa fundamentação teórica prévia, visto que os cursos são de curta duração e exigem rápida percepção das estruturas corporais. Com isso, fica evidente que, apesar de não serem suficientes de maneira isolada, peças glicerizadas ou formolizadas, projeções tecnológicas e componentes irreais podem contribuir intensamente para o entendimento amplo do corpo humano.

Ademais, acerca de outros ganhos adquiridos no evento, merece destaque a evolução dos alunos em competências cirúrgicas. A compreensão dos materiais, a experiência com videocirurgia e o manuseamento constante do corpo humano proporcionou aos estudantes uma demonstração real do cotidiano vivenciado por um cirurgião.

Apesar disso, a participação em eventos desta dimensão não é acessível a todos os estudantes. Diante disto, essas lacunas no currículo acadêmico ainda existem e precisam ser reparadas, visto que o conhecimento global da disciplina da anatomia é essencial a todas as áreas de atuação que envolvem o cuidado com o ser humano.

Ademais, interpreta-se também como positiva a percepção dos estudantes de que o conhecimento nunca é suficiente e que é imprescindível para um bom profissional o interesse pelo aprimoramento de técnicas e a busca ilimitada pela capacitação contínua.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, A.T, SILVA, H.F, SEREN, H., SILVA GP. *O aprimoramento de técnicas de conservação de peças anatômicas: a técnica inovadora de plastinação. Revista EPeQ / FaFibe [online].* 2012. 4 [capturado 17 mai. 2018]; 81-5. Disponível em: <http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaepeqfafibe/sumario/24/20112012215831.pdf>

BRASIL. *Lei nº 8.501, de 30 de novembro de 1992*. Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. 1º.12.1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8501.htm

BRASIL. *Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002*. Dispõe sobre a disposição gratuita do próprio corpo, no todo ou em parte, para depois da morte. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 181ª da Independência e 114ª da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm

BRASIL. Congresso Nacional. Projeto de lei nº de 2016. Altera a Lei nº 8.501, de 30 de novembro de 1992, que dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências; a Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, que dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências; e a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, que institui o código civil, para dispor sobre a doação de cadáver para fins de ensino e pesquisa, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, julho. 2016. Disponível: em www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostraringtegra?codteor=1479667

BITENCOURT, A.G.V. *et al.* Análise do erro médico em processos ético-profissionais: implicações na educação médica, *Revista Brasileira de Educação Médica*, 31(3): 223-228, 2007.

CALAZANS, N.C. *O ensino e o aprendizado práticos da anatomia humana: uma revisão de literatura*. Salvador; 2013. Graduação [Monografia] - Faculdade de Medicina da Bahia.

COSTA, G. B. F, LINS, C. C. S. A. *O cadáver no ensino da anatomia humana: uma visão metodológica e bioética*. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 36(3): 369-73, 2012.

DAMASCENO, S.A.N; SABINI, M.A.C. Ensinar e aprender aprender: saberes e práticas práticas de professores de anatomia humana, *Revista Psicopedagogia*, 20(63): 243-54, 2003.

DEMBOGURSKI, J.E. *et al.* Dados preliminares de um modelo de programa de doação de corpos: Programa de Doação de Corpos da UFCSPA, *Revista da AMRIGS*, 55(1): 7-10, 2011.

ELIAS, M.F. Vitaminas. *Revista Food Ingredients Brasil*, 29(2014): 58-65. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/378.pdf>. Acessado 20 setembro de 2017.

MANICA, J. *et al.* *Anestesiologia: princípios e técnicas*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MELO, E.N; PINHEIRO, J, T. Procedimentos legais e protocolos para utilização de cadáveres no ensino de anatomia em Pernambuco, *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 34, n. 2, Rio de Janeiro, 2010.

MONTES, M.A.A, SOUZA C.T.V. Estratégia de ensino-aprendizagem de anatomia humana para acadêmicos de medicina. *Ciências & Cognição*, 15(3): 2-12, 2010.

NEVES, M.V.S. *Uma nova proposta no ensino de anatomia humana: desafios e novas perspectivas*. Dissertação (Mestrado Profissional), Centro Universitário de Volta Redonda- UniFOA, Pós-graduação em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, 2010.

REZENDE, JM. *À sombra do plátano: crônicas de história da medicina* [online]. São Paulo: Editora Unifesp, 2009, pp. 103-109.

ROGERO, M.M, TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44(4): 563-75, 2008.

SCORSATO, A.P; TELLES, J.E.Q. Fatores que interferem na qualidade do DNA extraído de amostras biológicas armazenadas em blocos de parafina. *Jornal Brasileiro de Patologia Médica Laboratorial*, 47(5): 541-548, 2011.

SILVA, C.E.A.P. *et al.* Líquido cefalorraquidiano: técnica de coleta e aspectos diagnósticos. *Revista Médica oficial do Hospital Universitário da UFJF*, 30(2-3): maio/dez 2004.

SILVA, G.R. *et al.* Métodos de conservação de cadáveres humanos utilizados nas faculdades de medicina do Brasil. *Revista de Medicina de São Paulo*, 95(4): 156-161, 2016.

TAVANO, P.T. *Onde a morte se compraz em auxiliar a vida: a trajetória da disciplina da anatomia humana no currículo médico da primeira faculdade oficial de medicina de São Paulo*. Dissertação (Mestrado-programa de pós-graduação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2011.

TAZIMA, M.F.G.S. *et al.* Biologia da ferida e cicatrização. *Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP*, 41(3): 259-264, 2008.

ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44(4): 563-575, 2008.

Tratamento da hipertensão arterial sistêmica: revisão literária

Systemic arterial hypertension treatment: literary revision



Larissa Luane de Carvalho

Estudante do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

Alessandro Reis

Docente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

RESUMO: A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial, caracterizada por níveis elevados e sustentados da pressão arterial (PA) e reconhecida como um problema de saúde pública por sua magnitude, riscos e dificuldades para controle, além de ser considerada um dos fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento do acidente vascular cerebral e doença arterial coronariana. O presente estudo é uma revisão literária. Foram realizados um levantamento bibliográfico de estudos científicos nas bases de dados Scielo, Medline, Lilacs, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e uma busca de dados no Google Acadêmico de artigos publicados até 2017. Os estudos atuais demonstram que o tratamento farmacológico previne eventos cardiovasculares, comparando-se ao placebo ou a nenhum tratamento. A monoterapia pode ser a estratégia anti-hipertensiva inicial para pacientes com HAS estágio 1, com risco cardiovascular baixo e moderado. Entretanto, deve-se observar que, de acordo com a meta a ser atingida, a maioria dos pacientes irá necessitar da associação de medicamentos. O tratamento deve ser individualizado, e a escolha inicial do medicamento a ser utilizado como monoterapia deve basear-se nos seguintes aspectos: capacidade de o agente escolhido reduzir morbimortalidade cardiovascular; mecanismo fisiopatogênico predominante no paciente a ser tratado; características individuais; doenças associadas; condições socioeconômicas do paciente. Embora as medidas não farmacológicas sejam essenciais na abordagem terapêutica da HAS, o tratamento medicamentoso é de extrema importância para o manejo clínico da doença, uma vez que promove a redução efetiva da PA, interferindo diretamente no efeito cardiovascular.

PALAVRAS-CHAVE: Hipertensão arterial sistêmica. Diurético. Exercício.

ABSTRACT: Systemic arterial hypertension (SAH) is a multifactorial clinical condition, characterized by high and sustained levels of blood pressure (BP) and recognized as a public health problem due to its magnitude, risks and difficulties for control, besides being considered one of the risk factors for the development of stroke and coronary artery disease.

The present study is a literary review. A bibliographic survey of scientific studies in the databases Scielo, Medline, Lilacs, Virtual Health Library (VHL), Portal of Periodicals of the Coordination of Improvement of Higher Level Personnel (Capes) and the search of data in Google Scholar of articles published up to 2017. Current studies demonstrate that pharmacological treatment prevents cardiovascular events, comparing to placebo or no treatment. Monotherapy may be the initial antihypertensive strategy for patients with stage 1 hypertension, with low and moderate cardiovascular risk. However, it should be noted that, according to the goal to be achieved, most patients will require the association of medications. Treatment should be individualized and the initial choice of the drug to be used as monotherapy should be based on the following aspects: ability of the chosen agent to reduce cardiovascular morbidity and mortality; predominant physiopathogenic mechanism in the patient to be treated; individual characteristics; associated diseases; socioeconomic conditions of the patient. Although non-pharmacological measures are essential in the therapeutic approach to SAH, drug treatment is extremely important for the clinical management of the disease, since it promotes the effective reduction of BP, directly interfering with the cardiovascular effect.

Keywords: Systemic arterial hypertension. Diuretic. Exercise.

1. INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial, caracterizada por níveis elevados e sustentados da pressão arterial (PA) e reconhecida como um problema de saúde pública por sua magnitude, riscos e dificuldades para controle, além de ser considerada um dos fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento do acidente vascular cerebral e doença arterial coronariana (MARTINS *et al.*, 2016; SBC, 2016).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) a maioria dos casos de hipertensão arterial não apresenta uma causa aparente identificável, sendo conhecida como hipertensão essencial ou hipertensão arterial primária, enquanto uma pequena parcela – denominada HAS secundária – deve-se a causas muito bem estabelecidas, que precisam ser devidamente diagnosticadas, uma vez que com, a remoção do fator etiológico, é possível controlar ou até mesmo curar a HAS.

De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (2017), as doenças cardiovasculares são a principal causa de morte nas sociedades ocidentais, sendo a hipertensão uma das três principais doenças responsáveis. O crescimento progressivo na prevalência das doenças cardiovasculares impõe a necessidade de se desenvolver e implementar estratégias populacionais de prevenção dos múltiplos fatores de risco que levam a desfechos primários relacionados

O 8º Joint National Committee (JNC8) (2014) indica que intervenções específicas de saúde pública, como diminuir o consumo de calorias, gordura saturada e sal particularmente nos alimentos processados, e aumentar a atividade física, sejam fortemente estimuladas nos diversos ambientes.

A 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão (7DBH), publicada em 2016, refere

que os principais fatores de risco para HAS são idade avançada, sexo feminino, raça negra, excesso de peso e obesidade, ingestão de sal, ingestão de álcool, sedentarismo, fatores econômicos como baixa escolaridade e predisposição genética. “O consumo de sal é diretamente proporcional aos valores da pressão arterial: quanto maior o consumo de sal de uma população, maior será a prevalência de hipertensão arterial, sendo o contrário também verdadeiro” (MARTINS *et al.*, 2016).

Costa *et al.* (2007) alertam para o fato de que as complicações da hipertensão arterial podem evoluir com necessidade de cuidados médicos de alto custo, exigindo uso constante de medicamentos, exames complementares periódicos e procedimentos como diálise e transplante.

Jardim *et al.* (2007) elucidam que o reconhecimento de que a modificação dos hábitos de vida com a prevenção do aparecimento dos fatores de risco e o tratamento adequado de desvios da normalidade quando estabelecidos modificam a história evolutiva desses agravos torna ainda mais estratégico o conhecimento de sua prevalência.

Do ponto de vista terapêutico, as principais recomendações não medicamentosas para prevenção primária da HAS são alimentação saudável, consumo controlado de sódio e álcool, ingestão de potássio, combate ao sedentarismo e ao tabagismo (SBC, 2016).

Quanto às medidas farmacológicas, a 7DBH classifica como medicamentos de primeira linha os diuréticos tiazídicos (DTZ), os inibidores da enzima conversora de angiotensina (IECA), os bloqueadores do canal de cálcio (BCC) e o bloqueador do receptor de angiotensina II (BRA), devendo o tratamento ser ajustado de forma individual.

Diante da alta prevalência da HAS e das suas consequências a curto e longo prazo, ressalta-se a importância deste estudo, que tem como objetivo caracterizar as principais medidas terapêuticas descritas na literatura para abordagem desta condição.

2. METODOLOGIA

O presente estudo é uma revisão literária. Foram realizados um levantamento bibliográfico de estudos científicos nas bases de dados Scielo, Medline, Lilacs, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a busca de dados no Google Acadêmico de artigos publicados até 2017 utilizando como descritores “hipertensão arterial”, “exercícios físicos na hipertensão arterial”, “tratamento medicamentoso hipertensão arterial”, “tratamento não medicamentoso hipertensão arterial”, “HAS”, “HAS secundária”, “classificação da HAS” sendo realizada adicionalmente a consulta de livros texto para complementação das informações.

3. HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

A HAS comumente se associa a distúrbios metabólicas e funcionais e/ou estruturais de órgãos-alvo, sendo complicada pela existência de outros fatores de risco, tais como dislipidemia, obesidade visceral, intolerância à glicose e diabetes *mellitus*, e apresenta associação independente com eventos como morte súbita, acidente vascular encefálico (AVE), infarto agudo do miocárdio (IAM), insuficiência cardíaca (IC), doença arterial periférica (DAP) e doença renal crônica (DRC) fatal e não fatal (SBC, 2016).

3.1. CLASSIFICAÇÃO

3.1.1. Primária

Hipertensão primária em adultos a partir dos 18 anos é definida como pressão arterial de 140/90 mmHg ou mais, com base no valor médio de duas ou mais leituras da pressão arterial (PA) corretamente obtidas com o indivíduo sentado, em duas ou mais visitas clínicas (LERMA, 2012). Os valores que definem HAS estão expressos no quadro 1.

Considera-se hipertensão sistólica isolada se pressão arterial sistólica (PAS) for ≥ 140 mm Hg e pressão arterial diastólica (PAD), < 90 mm Hg, devendo ela ser classificada em estágios 1, 2 e 3. Deve-se obter história clínica completa com perguntas sobre o tempo de diagnóstico, evolução e tratamento prévio. As informações sobre a história familiar são fundamentais para aumentar a certeza do diagnóstico de HAS primária (SBC, 2016).

QUADRO 1. Classificação da pressão arterial

| Classificação | PAS(mmHg) | PAD(mmHg) |
|-----------------------|------------|------------|
| Normal | ≤ 120 | ≤ 80 |
| Pré-hipertensão | 121-139 | 81-89 |
| Hipertensão estágio 1 | 140 – 159 | 90 – 99 |
| Hipertensão estágio 2 | 160 – 179 | 100 - 109 |
| Hipertensão estágio 3 | ≥ 180 | ≥ 110 |

Fonte: SBC, 2016.

O exame físico do paciente hipertenso é realizado para confirmar os valores elevados da pressão arterial e para identificar possíveis lesões de órgãos-alvo ou sinais sugestivos de causa secundária da hipertensão arterial (MARTINS *et al.*, 2016).

É necessária ainda avaliação laboratorial de rotina (urina, dosagens de potássio, creatinina, glicemia de jejum, colesterol total, HDL-colesterol, LDL, triglicérides e eletrocardiograma), para acompanhar o risco cardiovascular do paciente e tomar condutas de forma individual (DUARTE *et al.*, 2014).

Entretanto, antes de prosseguir na investigação, deve-se fazer o diagnóstico diferencial com as seguintes possibilidades: medida inadequada da pressão arterial; hipertensão do avental branco; tratamento inadequado; não adesão ao tratamento; progressão da doença; presença de comorbidades; interação com medicamentos (MARTINS *et al.*, 2016).

3.1.2. Secundária

Hipertensão arterial secundária é o tipo de HAS potencialmente curável, dependendo da detecção precoce e da abordagem terapêutica específica. As causas e os métodos de detecção são diversos; entretanto, uma investigação a partir da suspeita clínica até a comprovação diagnóstica pode otimizar a detecção, o diagnóstico e o tratamento com menor custo e maior benefício (MARTINS *et al.*, 2016).

A HAS secundária tem prevalência de 3-5%. As situações em que se devem investigar causas secundárias estão expostas no quadro 2, entretanto, antes de prosseguir na investigação, deve-se fazer o diagnóstico diferencial com as seguintes possibilidades: medida inadequada da pressão arterial; hipertensão do avental branco; tratamento inadequado; não adesão ao tratamento; progressão da doença; presença de comorbidades; interação com medicamentos (SBC, 2016).

QUADRO 2. Principais causas de HAS secundária

| HAS secundária |
|---------------------------------------|
| Síndrome da apneia obstrutiva do sono |
| Hiperaldosteronismo primário |
| Doença renal parenquimatosa |
| Hipertensão renovascular |
| Coarctação da aorta |
| Síndrome de Chushing |
| Feocromocitoma |
| Hipotireoidismo |
| Hipertireoidismo |
| Hiperparatireoidismo |
| Acromegalia |

Fonte: SBC, 2016

3.2. MANEJO CLÍNICO DA HAS

O principal objetivo da terapia anti-hipertensiva é reduzir a morbimortalidade cardiovascular e renal, utilizando os métodos menos invasivos possíveis. Com efeito, em estudos clínicos realizados, o controle adequado da PA foi relacionado a uma redução média de mais de 50% na incidência de insuficiência cardíaca

congestiva, de mais de 20% na incidência de IAM e mais de 35% na incidência do AVE (LEMAR, 2012).

Portanto, o JNC 8 e outras diretrizes norte-americanas recomendam que os pacientes com hipertensão tenham a sua PAS reduzida para menos de 140 mmHg e a PAD para menos de 90 mmHg. Nos pacientes com hipertensão e diabetes ou doença renal crônica, a meta recomendada da PA é inferior a 130/80 mmHg.

3.2.1. Tratamento não medicamentoso

O tratamento não medicamentoso pode reduzir a necessidade de medicamentos anti-hipertensivos e aumentar sua eficácia. Controlar os fatores de risco associados e promover a prevenção primária da hipertensão e de doenças cardiovasculares associadas é também um objetivo do tratamento não medicamentoso.

As principais mudanças do estilo de vida estabelecida para o controle da pressão arterial são as rotinas alimentares, sobretudo a ingestão excessiva de sal e o baixo consumo de vegetais, o sedentarismo, a obesidade e o consumo exagerado de álcool, podendo-se obter redução da pressão arterial e diminuição do risco cardiovascular controlando-se esses fatores, conforme já citado (MARTINS *et al.*, 2016).

3.2.2. Controle do peso

O aumento de peso está diretamente associado à elevação da PA em adultos e crianças. A associação entre sobrepeso e alteração da PA pode ser observada a partir dos 8 anos. O aumento da gordura abdominal também é considerado um fator de risco para HAS (SBC, 2016).

Estima-se que 20% a 30% da prevalência da hipertensão pode ser explicada pela presença do excesso de peso. Todos os hipertensos com excesso de peso devem ser incluídos em programas de redução de peso (NOBRE *et al.*, 2013).

Segundo o Ministério da Saúde, a meta é alcançar um índice de massa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m² e circunferência da cintura inferior a 102 cm para homens e 88 cm para mulheres, embora a diminuição de 5% a 10% do peso corporal inicial já seja capaz de produzir redução da pressão arterial.

Independentemente do valor do IMC, a distribuição de gordura, com localização principalmente no abdome, está diretamente associada com resistência à insulina e com elevação da pressão arterial. Assim, a circunferência abdominal acima dos valores de referência é um fator preditivo de doença cardiovascular. A redução da ingestão calórica leva à perda de peso e à diminuição da pressão arterial, mecanismo explicado pela queda da insulinemia, redução da sensibilidade ao sódio e diminuição da atividade do sistema nervoso autônomo simpático (BRASIL, 2006).

A abordagem do médico no controle e diminuição do peso do paciente são: fazer a identificação desse índice e dos hábitos alimentares do hipertenso; modificar e traçar objetivos de peso a curto, médio e longo prazo; orientá-lo a seguir as

medidas associadas, explicadas a seguir, e providenciar apoio psicológico (FERREIRA, 2010).

3.2.3. Padrão alimentar

Para a SBC (2016), a eficácia do tratamento da HAS com medidas nutricionais depende da adoção de um plano alimentar saudável. A utilização de dietas radicais resulta em abandono do tratamento. O foco em apenas um único nutriente ou alimento tem perdido espaço para a análise do padrão alimentar como um todo, o que permite avaliar o sinergismo entre os nutrientes/alimentos.

Segundo a 7DBH, a dieta DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) destaca o consumo de frutas, hortaliças e laticínios com pequeno índice de gordura; inclui a ingestão de cereais integrais, frango, peixe e frutas oleaginosas; preconiza a redução da ingestão de carne vermelha, doces e bebidas com açúcar. Trata-se de uma dieta rica em potássio, cálcio, magnésio e fibras, contendo quantidades reduzidas de colesterol, gordura total e saturada. A adoção desse padrão alimentar reduz a PA.

3.2.4. Atividade física

A prática de exercício físico promove aumento da demanda energética na musculatura ativa. Para suprir essa necessidade, uma série de respostas cardiovasculares é desencadeada, promovendo aumento do fluxo sanguíneo para as regiões com maior demanda (FECCHIO *et al.*, 2017).

Nobre *et al.* (2013) destacam que após avaliação clínica, recomenda-se prática de atividade física aeróbica moderada por pelo menos 30 minutos por dia, na maioria dos dias da semana, se não houver limitação. Dessa forma, pode-se obter uma redução aproximada de 4 a 9 mm Hg da PA sistólica. Um programa de atividade física deve iniciar-se com distância não superior a 1.000 m, devendo ser acrescidos, semanalmente, 200 a 500 m, até que se atinjam aproximadamente 6.000 m.

A avaliação médica e de esforço em indivíduos assintomáticos deve se restringir apenas a pacientes com escore de Framingham alto ou àqueles que desejem desenvolver programas de exercícios estruturados ou atividades desportivas que exijam níveis de atividade física de alta intensidade (BRASIL, 2006).

3.2.5. Restrição de sal

Segundo Nobre *et al.* (2013), o consumo de sal pela população brasileira é em torno de 10 a 12 g/dia, no entanto, a recomendação ideal é de 6 g/dia (100 mEq de sódio). O aumento do consumo de sódio está relacionado com o aumento da PA. No entanto, o impacto do consumo de sódio na saúde cardiovascular ainda é controverso.

Alguns estudos sugerem que o consumo muito baixo eleva o risco de do-

ença cardiovascular, enquanto outros sustentam que a diminuição de sódio diminui o risco cardiovascular (SBC, 2016).

3.2.6. Tratamento medicamentoso

Os estudos atuais demonstram que o tratamento farmacológico previne eventos cardiovasculares, comparando-se ao placebo ou a nenhum tratamento. Também foi evidenciado que intervenções sobre o estilo de vida isoladamente em hipertensos limítrofes não preveniram o desenvolvimento de hipertensão estágio 1, mas em contrapartida, o início precoce do tratamento farmacológico retardou a elevação da pressão arterial (MARTINS *et al.*, 2016).

Quando há indicação de tratamento com medicamentos, o paciente deverá ser instruído sobre a relevância do uso contínuo, da eventual necessidade de ajuste de doses, da troca ou associação de medicamentos sobre a possibilidade de efeitos adversos (SBC, 2016).

Todos os medicamentos anti-hipertensivos disponíveis podem ser utilizados, desde que sejam observadas as indicações e contraindicações específicas. A preferência inicial será sempre por aqueles em que haja comprovação de diminuição de eventos cardiovasculares, ficando os demais reservados a casos especiais em que haja a necessidade da associação de múltiplos medicamentos para que sejam atingidas as metas da PA (SBC, 2016).

Os princípios gerais do tratamento descrito na 7DBH descrevem que um medicamento, para ser indicado, deverá preferencialmente ter demonstrado a capacidade de reduzir a morbimortalidade cardiovascular; ser eficaz por via oral; ser bem tolerado; poder ser usado no menor número de tomadas por dia; ser iniciado com as menores doses efetivas; poder ser usado em associação; ser utilizado por um período mínimo de quatro semanas, antes de modificações, salvo em situações especiais; e ter controle de qualidade em sua produção. Os medicamentos de primeira linha são identificados no quadro 3.

QUADRO 3. Medicamentos de primeira

| Medicamentos de primeira linha no tratamento da HAS |
|---|
| Diurético tiazídico |
| Bloqueador do canal de cálcio |
| Bloqueador da enzima conversora de angiotensina |
| Bloqueador do receptor de angiotensina II |

Fonte: SBC, 2016

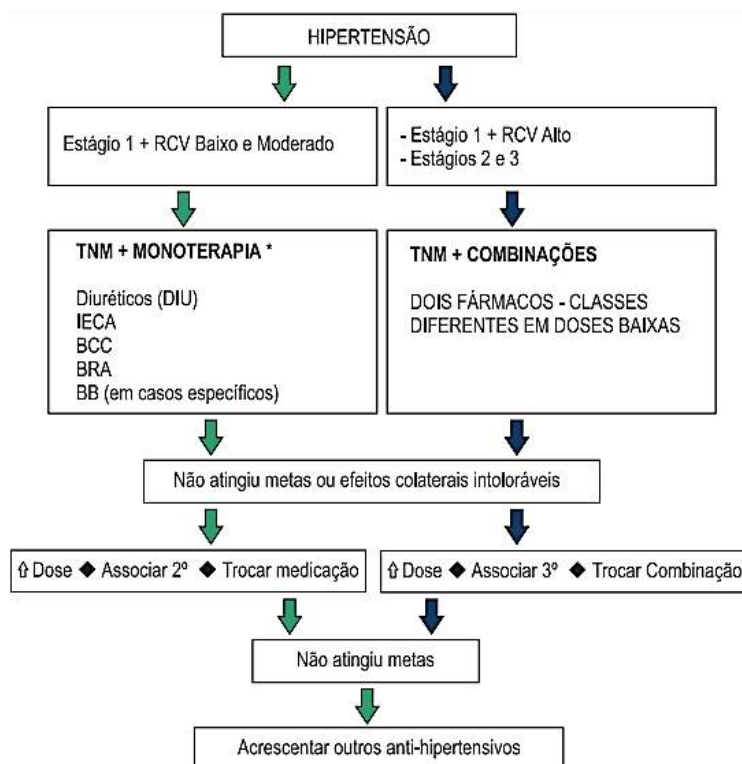
Os agentes anti-hipertensivos exercem sua ação terapêutica através de distintos mecanismos que interferem na fisiopatologia da hipertensão arterial. Basicamente, podem ser catalogados em cinco classes: diuréticos, inibidores adrenér-

gicos, vasodilatadores diretos, antagonistas do sistema renina angiotensina e bloqueadores dos canais de cálcio (BRASIL, 2006). A figura 1 demonstra o fluxo de tratamento da hipertensão preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia.

A monoterapia pode ser a estratégia anti-hipertensiva inicial para pacientes com HAS estágio 1, com risco cardiovascular baixo e moderado. Entretanto, deve-se observar que, de acordo com a meta a ser atingida, a maioria dos pacientes irá necessitar da associação de medicamentos. O tratamento deve ser individualizado, e a escolha inicial do medicamento a ser utilizado como monoterapia deve basear-se nos seguintes aspectos: capacidade de o agente escolhido reduzir morbimortalidade cardiovascular; mecanismo fisiopatogênico predominante no paciente a ser tratado; características individuais; doenças associadas; e condições socioeconômicas do paciente.

Com base nesses critérios, as classes de anti-hipertensivos atualmente consideradas preferenciais para o controle da PA em monoterapia inicial são diuréticos tiazídicos (preferência para clortalidona); inibidores da enzima conversora de angiotensina; bloqueadores do canal de cálcio e bloqueadores do receptor de angiotensina 2 (MALACHIAS *et al.*, 2016).

FIGURA 1. Fluxograma para o tratamento da hipertensão



Fonte: SBC, 2016

**RCV: risco cardiovascular; TNM: tratamento não medicamentoso; DIU: diuréticos; IECA: inibidores da enzima de conversão da angiotensina; BCC: bloqueador dos canais de cálcio; BRA: bloqueador do receptor de angiotensina; BB: betabloqueadores.

Entre os fármacos que foram mais estudados e que se mostraram benéficos em reduzir eventos cardiovasculares, cerebrovasculares e renais maiores estão os diuréticos em baixas doses. Considerando ainda o baixo custo e a extensa experiência de emprego, são recomendados como primeira opção anti-hipertensiva na maioria dos pacientes hipertensos (BRASIL, 2006).

A maioria dos pacientes vai necessitar do uso de mais de um medicamento para que sejam atingidas as metas. Por esse motivo, os pacientes com HAS estágio 1 e com risco cardiovascular alto ou muito alto ou com doença cardiovascular associada e aqueles com estágio 2 ou 3 com ou sem outros fatores de risco cardiovasculares associados devem ser avaliados para o uso de combinação de fármacos. A utilização de associações de dois medicamentos em baixas dosagens em hipertensos estágio 1, mesmo com baixo ou moderado risco cardiovascular, embora não preferencial, também poderá ser considerada em casos individuais.

4. CONCLUSÃO

Embora as medidas não farmacológicas sejam essenciais na abordagem terapêutica da HAS, o tratamento medicamentoso é de extrema importância para o manejo clínico da doença, uma vez que promove a redução efetiva da PA, interferindo diretamente no efeito cardiovascular.

A HAS primária e essencial, além de mais prevalente, tem seu manejo de forma mais simples, conseguindo muitas vezes ser controlada apenas em monoterapia. Os pacientes em estágio 1 já devem ser orientados sobre a importância do controle da PA para prevenção de eventos cardiovasculares e eventuais complicações. A HAS secundária tem diversas etiologias e, muitas vezes, pode ser curada através da retirada do fator provocador.

A redução de sódio é um fator de risco comprovado de HAS tanto em adultos quanto em criança e está diretamente relacionada à pressão arterial: quanto maior o consumo de sódio, maior a chance de desenvolver HAS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. P. *et al.* Programa nacional de qualificação de médicos na prevenção e atenção integral às doenças cardiovasculares. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, 100(3): 203-211, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Hipertensão arterial sistêmica para o Sistema Único de Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica.* – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 58 p.

DUARTE, O. O. *et al.* Tratamento ambulatorial da hipertensão arterial sistêmica – revisão de literatura. *Uningá Review*, 17(2): 22-29, 2014.

FECCHIO, F. Y. *et al.* Exercício físico na redução da pressão arterial: Por quê? Como? Quanto? *Revista Hipertensão*, 20(1): 3-15, 2017.

FERREIRA, C. Hipertensão Arterial. Emedix – Portal de saúde com informações sobre doenças. 2010. Disponível em: <<http://emedix.com.br/doi/index.php>> Acesso em 15 de outubro de 2017.

JAMES, P. A. *et al.* Evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: Report from the panel members appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8). *JAMA* 2014.

JARDIM, P. C. B. V. *et al.* Hipertensão arterial e alguns fatores de risco em uma capital brasileira. *Arq. Bras. Cardiol.* 88(4): 452-457, 2007.

LERMA, E. V.; BERNS, J.; NISSENSON, A. *CURRENT nefrologia e hipertensão: diagnóstico e tratamento*. Trad. Patrícia Lydie Voeux e Paulo Henrique Machado. Porto Alegre: AMGH, 2012.

LONGO, M. A. T.; MARTELLI, A.; ZINMMERMANN, A. Hipertensão Arterial Sistêmica: aspectos clínicos e análise farmacológico no tratamento dos pacientes de um setor de Psicogeriatria do Instituto Bairral de Psiquiatria, no Município de Itapira, SP. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.*, 14(2): 271-284, 2011.

LÜDERS, S. *et al.* The PHARAO study: prevention of hypertension with the angiotensin-converting enzyme inhibitor ramipril in patients with high-normal blood pressure: a prospective, randomized, controlled prevention trial of the German Hypertension League. *J Hypertens*, 26(7): 1487-1496, 2008.

MALACHIAS, M. V. B. *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras de Cardiologia*, 2016.

MARTINS, M. A. *et al.* *Clínica médica. Volume 2: Doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, emergências e terapia intensiva*. Barueri: Manole, 2016.

NOBRE, F. *et al.* Hipertensão arterial sistêmica primária. *Medicina*, 46(3):256-72, 2013.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. (2017).

Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2017/09/doencas-cardiovasculares-sao-principal-cao-de-morte-no-mundo>> Acesso em 15/10/2017.

WILLIAMS, S. A. *et al.* TROPHY Study Investigators. An evaluation of the effects of an angiotensin receptor blocker on health-related quality of life in patients with high-normal blood pressure (prehypertension) in the Trial of Preventing Hypertension (TROPHY). *J Clin Hypertens*, 10(6): 436-442, 2008.

Nanomateriais aplicados ao concreto

Nanomaterials applied to concrete



Walison de Castro Freitas

Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: walison-wf18@hotmail.com

Henrique César Moura Goulart

Especialista em Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção e Mestrando em Estruturas e Construção Civil. Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: henriquegoulart07@gmail.com

Eduardo Pains de Moraes

Mestre em Engenharia Civil, Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: eduardopm.edu.br

RESUMO: Este estudo de pesquisa de Iniciação Científica consistiu na avaliação da resistência característica à compressão do concreto utilizando-se adições de nanomateriais em sua dosagem. O principal objetivo deste trabalho foi provar, através de ensaios laboratoriais, que os nanomateriais podem aumentar a resistência do concreto expressivamente. Foi calculado um traço para um concreto convencional, sendo ele utilizado como referência para comparação com o Concreto de Alto Desempenho (CAD). O traço base foi calculado conforme determinam as normas da ABNT e através do método ABCP/ACI. Os corpos de prova foram rompidos com idades de 3, 7 e 28 dias, e os resultados encontrados das resistências para concretos produzidos com aplicação de nanomateriais foram satisfatórios, mostrando que a nanotecnologia aplicada ao concreto aumenta significativamente a resistência do concreto à compressão.

PALAVRAS-CHAVE: Nanomateriais. Nanotecnologia. Resistência. Concreto.

ABSTRACT: This study and research consisted of the evaluation of the characteristic resistance to the compression of the concrete by using additions of nanomaterials in its dosage. The main objective of this paper was to prove through laboratory tests that nanomaterials can increase the concrete's resistance expressively. A dash for a conventional concrete was calculated and used as reference for comparison with High Performance Concrete (CAD). The baseline was calculated according to ABNT norms and using the ABCP/ACI method. The test specimens were ruptured at ages 3, 7 and 28 days, and the results of the resistances for the concretes produced using nanomaterials were satisfactory, showing that the nanotechnology applied to the concrete increases significantly the resistance of the concrete to compression.

KEYWORDS: Nanomaterials. Nanotechnology. Resistance. Concrete.

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é uma ciência nova, ainda pouca utilizada no Brasil. Essa ciência inovadora traz a possibilidade de revolução na área científica, pois tem como base o fato de propiciar o desenvolvimento de produtos mais aperfeiçoados e em maior quantidade de produção. Conforme relatam Lamb *et al* (2012, p. 63),

o termo “nanotecnologia” foi criado e definido em 1974, pela Universidade de Tóquio, mas foi no ano de 2000 que essa tecnologia começou a ser desenvolvida em laboratórios por meio de pesquisas em materiais em que se manipulam os átomos ou moléculas. Desde então a nanotecnologia tem proporcionado enormes avanços tecnológicos nas áreas da ciência e da engenharia. *Nano* é o prefixo que designa um bilionésimo de uma unidade de medida, ou seja, um nanômetro equivale a um bilionésimo de metro. Os nanotubos de carbono são constituídos por tubos formados por folhas de carbono de grafite em forma cilíndrica que se acoplam em suas extremidades. O nanotubo tem parede única geralmente 1-3 nm (nanômetro) de diâmetro e um comprimento de 300 nm a 1 micrôn.

Desde que essa tecnologia foi criada, muitos projetos da área da engenharia têm se valido dela para melhorar a qualidade de materiais, como, por exemplo, o cimento. Atualmente, experimentos laboratoriais comprovam que a adição de materiais em escala nano no cimento melhora o desempenho do concreto.

Sabe-se que um dos grandes problemas do concreto convencional é a existência de um alto índice de poros que são responsáveis pela abertura de fissuras nas estruturas, provocando, assim, uma diminuição em sua vida útil. Com a adição de nanosílica, nanotubos de carbono, fíler calcário e superplastificantes, podem-se preencher estes poros por colmatação. A nanotecnologia aplicada ao concreto pode diminuir o número de poros existentes nele e, conseqüentemente, aumentar sua durabilidade, sua resistência à compressão e à tração.

Partindo, então, dessa possibilidade de melhoria do cimento pela nanotecnologia, este estudo teve por objetivo demonstrar como a utilização de nanosílica, de nanotubos de carbono, de fíler calcário e de superplastificantes como aditivos no concreto, poderá favorecer o aumento da resistência à compressão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo de pesquisa de Iniciação Científica se desenvolveu no laboratório de Engenharia Civil do UNIPAM (Centro Universitário de Patos de Minas), onde foram realizados os ensaios experimentais utilizando-se os seguintes materiais e equipamentos: agitador mecânico, betoneira, frasco de Chapman, recipiente cilíndrico e haste de adensamento, espátula de aço, cone *slump test*, baldes, prensa

hidráulica, tanque de imersão, cápsulas para umidade, estufa, balança, peneiras da série normal e intermediária e provetas.

A caracterização dos materiais foi realizada seguindo todas as normas da ABNT para caracterização de materiais. Os cálculos foram feitos com ajuda do software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para a massa unitária dos materiais foram compatíveis, uma vez que quanto maior o tamanho das partículas, menor será sua massa unitária. Observou-se que o filler não obedeceu a esse critério, pois suas partículas são menores do que as estabelecidas por norma.

TABELA 1. Massa Unitária dos agregados

| Agregados | Massa Unitária (kg/m ³) |
|------------------|-------------------------------------|
| Areia Industrial | 1.835,120 |
| Brita 00 | 1.544,620 |
| Filler Calcário | 1.305,620 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

Os valores encontrados para a massa específica dos materiais, como mostra a Tabela 2, não diferiu muito, uma vez que a quantidade de vazios neles é a mesma e eles são materiais de mesma granulometria.

TABELA 2. Massa específica dos agregados

| Agregados | Massa Específica (g/cm ³) |
|------------------|---------------------------------------|
| Areia Industrial | 2,730 |
| Brita 00 | 2,660 |
| Filler Calcário | 3,070 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

Notou-se que quanto maiores forem as partículas do agregado, maior será o seu módulo de finura.

TABELA 3. Módulo de Finura dos agregados

| Agregados | Módulo de Finura |
|------------------|------------------|
| Areia Industrial | 2,46 |
| Brita 00 | 5,00 |
| Filler Calcário | 0,275 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

O concreto convencional apresentou resistência característica à compressão aos 3 dias de 37,9 MPa, aos 7 dias de 41,0 MPa e aos 28 dias de 54,5 MPa.

A Tabela 4 abaixo nos mostra as resistências à compressão aos 3, 7 e 28 dias, do concreto com adição de filler calcário.

TABELA 4. Resistências à compressão aos 3, 7 e 28 dias do concreto com adição de filler

| Porcentagem de Filler | Resistência do concreto aos 3 dias | Resistência do concreto aos 7 dias | Resistência do concreto aos 28 dias |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 5% | 38,4 | 40,6 | 30,5 |
| 10% | 36,9 | 35,7 | 30,1 |
| 15% | 38,1 | 43,5 | 31,9 |
| 20% | 45,0 | 52,2 | 48,0 |
| 30% | 45,9 | 55,3 | 48,8 |
| 50% | 50,2 | 55,4 | 48,8 |
| 100% | 47,6 | 51,2 | 47,0 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016

TABELA 5. Resistências à compressão aos 3, 7 e 28 dias do concreto com adição de 50% filler calcário e nanosílica

| Quant. de Nanosílica (ml) para cada 100 kg de cimento | Resistência do concreto aos 3 dias | Resistência do concreto aos 7 dias | Resistência do concreto aos 28 dias |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 350 | 39,8 | 43,5 | 53,3 |
| 750 | 48,5 | 49,0 | 43,0 |
| 2700 | 38,1 | 43,5 | 42,5 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

TABELA 6. Resistências à compressão aos 3, 7 e 28 dias do concreto com adição de 50% filler, 350 ml de nanosílica e porcentagem de microsílica

| Porcentagem de Microsílica | Resistência do concreto aos 3 dias | Resistência do concreto aos 7 dias | Resistência do concreto aos 28 dias |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 15% | 38,5 | 53,4 | 53,7 |
| 20% | 32,2 | 47,5 | 56,7 |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016

Para o concreto com adição de nanotubos de carbono não foi possível verificar sua resistência aos 28 dias, pois o material chegou recentemente, onde o concreto foi feito no dia 15/02/2017, não sendo possível fazer o rompimento dos corpos de prova com idade de 28 dias.

TABELA 7. Resistências à compressão aos 3, 7 dias do concreto com adição de 50% filler, 350 ml de nanosílica e 20% de microsílica e porcentagem de nanotubos de carbono

| Porcentagem de Nanotubos de carbono | Resistência do concreto aos 3 dias | Resistência do concreto aos 7 dias | Resistência do concreto aos 28 dias |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 0,02% | 38,5 | 68,4 | - |
| 0,03% | 32,2 | 66,8 | - |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2016

CONCLUSÃO

As conclusões obtidas neste trabalho foram muito satisfatórias, principalmente porque, através dos resultados de três tipos de pesquisas, bibliográfica, teórica e experimental, foi comprovado que os nanomateriais, utilizados como adição no concreto, podem aumentar sua resistência.

Notou-se que os nanomateriais, além de aumentarem a resistência do concreto, atuam também como plastificantes, deixando o concreto mais trabalhável, o que influencia diretamente na sua resistência mecânica.

Neste trabalho foram feitas análises de adições de diversos materiais ao concreto, tais como o filler, a microsílica, a nanosílica e os nanotubos de carbono, para o alcance de uma resistência alta, onde foi verificado que esse concreto pode ser utilizado na construção civil, atendendo como um concreto especial de alta resistência (CAD), atingindo resistências superiores a 60 MPa.

REFERÊNCIAS

ANCELMO, Lailson. Slide Share. *Propriedades e dosagem do Concreto*, 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ancelmopi/material-dosagem>> Acesso em 23 de maio de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 11768: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos*, Rio de Janeiro, 4 de julho de 2011. 19p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*, Rio de Janeiro, 15 de janeiro de 2015. 23p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 5739: Concreto – Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*, Rio de Janeiro, 28 de maio de 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*, Rio de Janeiro, 29 de abril de 2014. 238p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação*, Rio de Janeiro, 29 de abril de 2009. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência*, Rio de Janeiro, 29 de janeiro de 2015. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica*, Rio de Janeiro, 30 de julho de 2003. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 26: Agregados – Amostragem*, Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2009. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios*, Rio de Janeiro, 31 de março de 2006. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 53: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água*, Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2009. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do troco de cone*, Rio de Janeiro, 28 de fevereiro de 1998. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR NM ISO 3310-1: Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação- Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico*, Rio de Janeiro, 7 de outubro de 2010. 20p.

BAUER, L. et al. *Materiais de construção: novos materiais para a construção civil*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015, v. 1.

CAPOTE, Victoria. Slide Player. *Dosagem do Concreto-Disciplina: Laboratório de Materiais de Construção*, 2015. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/2583891/> Acesso em 23 de maio de 2016.

CARVALHO, Roberto; FILHO, Jasson. *Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2003*. 3. ed. São Carlos, 2012. 367p.

GLEIZE, Philippe Jean Paul. “Nanotecnologia e materiais de construção civil”, in: ARCELOR MITTAL.. ELETROBRAS. VOTORANTIM CIMENTOS. INSTITUTO BRASILEIRO DO

CONCRETO. *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010.

GOLDONI, Alessandro Graeff. *Resistência à flexão e compressão em geopolímero com incorporação de nanotubos de carbono*. 85 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2014.

GUERRA, Ruy. Clube do Concreto, *Traço inicial-Curva de Abrams*, 2015. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2015/12/qual-o-ac-para-o-traco-inicial.html>> Acesso em 23 de maio de 2016.

ISAIA, G. *et al.* *Concreto: ciência e tecnologia*. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2011 (2 vols.).

ISAIA, G. *et al.* *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010 (2 vols.).

Katisita. *Tecnologia de Concreto: Semana X: propriedades do concreto no estado fresco*. 2015. Disponível em: <<http://tecnocreto.blogspot.com.br/2015/07/semanax-propriedades-del-concreto-en.html>> Acesso em 23 de maio de 2016.

LAMB, R. G. *et al.* Nanotecnologia aplicada ao concreto. *Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN*, 1(1): 62-66, 2012.

MARCONDES *et al.* Nanotubos de carbono em concreto de cimento portland: influência da dispersão nas propriedades mecânicas e na absorção de água. *Revista ALCONPAT*, 5(2): 98-116, 2015.

MEHTA, P.; MONTEIRO, Paulo. *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

MORAES, Mayara Queiroz. *Contribuição aos estudos da influência da nanossílica nas propriedades mecânicas e na trabalhabilidade de concretos para produção em centrais e para fabricação de pré-moldados*. 144 fls. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2012.

PETRUCCI, E. G. *Concreto de Cimento Portland*. 2. ed. Porto Alegre: Globo, 1975.

Resolução CONAMA nº 307, 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

VLAK, L. H. V. *Princípios de ciência e tecnologia dos materiais*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1984.

WAMPLES, Lisa. eHow Brasil, *Concreto endurecido*, 2016. Disponível em:
<http://www.ehow.com.br/calcular-pesa-concreto-endurecido-como_47181/>
Acesso em 23 de maio de 2016.

Análise comparativa da resistência do concreto adensado manual e mecanicamente

Comparative analysis of concrete strength manually and mechanically thickened



Márcio Fernando Oliveira

Graduando do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). e-mail: marcio_oliveiraf@hotmail.com

Sandra Lúcia Nogueira

Doutora em Física pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora orientadora (UNIPAM)
e-mail: sandraIn@unipam.edu.br

RESUMO: O presente trabalho foi realizado tendo como objetivo específico a análise da resistência obtida a partir dos métodos de adensamento manual e mecânico em comparação com a resistência do concreto moldado in loco, de modo que os resultados possam contribuir para o aperfeiçoamento do processo de controle tecnológico do concreto. Como demonstrado ao longo da pesquisa, o adensamento interfere diretamente na resistência final do concreto, em decorrência da elevada presença de vazios ou da segregação dos agregados. Para isso foi verificado, através do ensaio de compressão axial dos corpos de prova e da retirada de testemunhos de uma viga, a resistência média (f_{ck}) do concreto rompido aos 28 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Adensamento. Corpos de prova. Testemunhos.

ABSTRACT: The present work was developed with the specific objective of an analysis of the resistance obtained from manual and mechanical densification methods in comparisons with the resistance of the molded concrete in the place, in a way that is the result for the improvement of the process of technological control of the concrete. As shown throughout the research, densification directly interferes with the final strength of the concrete, the occurrence of high void availability or the segregation of aggregates. For this, it was verified, through the test of axial compression of the specimens and the removal of cores from a beam, a mean resistance (f_{ck}) of the concrete ruptured at 28 days.

KEYWORDS: Binding. Proof bodies. Testimonies.

INTRODUÇÃO

Na globalização atual, é cada vez maior o padrão de qualidade buscado em tudo que se produz, fenômeno presente também no âmbito da engenharia civil. Em razão disso, prima-se pela utilização de materiais de melhor qualidade, bem como pela adoção de procedimentos executivos que garantam maior segurança, eficiência e durabilidade às obras, sem que haja comprometimento dos custos estimados no projeto.

Nesse processo de aperfeiçoamento de resultados, o controle tecnológico do concreto é uma das ferramentas mais exploradas pelos profissionais da área. Deve ser implementado desde a seleção e o recebimento dos materiais, abrangendo também o acompanhamento da construção e a gestão dos ensaios em laboratórios, residindo o ponto central desta pesquisa na formação dos corpos de prova a serem submetidos a esses ensaios.

A resistência à compressão encontrada nos corpos de prova representa de modo fidedigno a resistência do concreto empregado na construção? O tipo de adensamento, manual ou mecânico, influencia na resistência à compressão dos corpos de prova? Positivo o questionamento anterior, qual modalidade de adensamento assegura ao corpo de prova resistência mais próxima àquela do concreto utilizado na edificação?

A necessidade de esclarecer essas questões é o que impulsionou a realização desta pesquisa. Não só pela pesquisa bibliográfica, mas também pelo trabalho experimental, considera-se possível compreender a influência do procedimento de adensamento na formação dos corpos de prova e, conseqüentemente, contribuir para o aperfeiçoamento do processo de controle tecnológico do concreto.

Para tanto, estabelece-se como hipótese a viabilidade de identificação do tipo de adensamento que propicia maior precisão quanto à resistência do corpo de prova em relação à resistência do concreto utilizado na obra. Com isso, podendo se valer da modalidade de adensamento que, tecnicamente, apresenta resultados mais próximos da realidade, terá o engenheiro maior confiança em relação à resistência do concreto empregado na construção.

REFERENCIAL TEÓRICO

Desde o século passado, o concreto é o material mais utilizado na construção civil, sendo que a execução da grande maioria das estruturas se deu em concreto armado. Composto principalmente por cimento, água e agregados, o concreto possui especificidades que lhe garantiram a preferência absoluta dos profissionais da construção civil. Nesse aspecto, a literatura aponta que

[...] o grande uso do concreto se deve a uma série de vantagens, entre elas pode-se citar a alta resistência à compressão que o material atinge em pouca idade. Além disso, é um material que resiste bem ao desgaste mecânico e à ação de agentes

atmosféricos, o que o torna ideal para utilização em praticamente qualquer tipo de ambiente agressivo. Ainda sobre vantagens, pode-se dizer que tem uma vida útil longa e também uma boa resistência ao fogo, evitando que, em caso de incêndios, as chamas se propaguem com tanta velocidade como ocorreria, por exemplo, em estruturas de madeira (ADES, 2015, p. 29).

Além disso, pode-se destacar também o custo relativamente baixo, bem como a versatilidade desse material. Com efeito, o concreto tem a capacidade de se adaptar à geometria das peças, possibilitando sua utilização em praticamente todo tipo de construção. Não bastasse, digna de nota ainda a possibilidade de prefixação de suas características, de modo a satisfazer às exigências de fabricação, concretagem, durabilidade e resistência mecânica (ALVES, 1993, p. 100).

Em razão de todos esses predicados é que o concreto se tornou, como já salientado, o material mais empregado no ramo da construção civil, sendo que, inicialmente, para a concepção das estruturas de concreto armado, os profissionais valiam-se do empirismo, apoiando-se na experiência acumulada a partir de construções anteriores cujas estruturas fossem semelhantes à que se desejava fazer no momento, motivo pelo qual se diz que, à época, havia apenas o “sentimento” de segurança (REPETTE, 1991, p. 1).

Com a evolução da mecânica das estruturas, houve uma racionalização do uso do concreto. E esse aperfeiçoamento se deu em sintonia com o processo de globalização, que exige das empresas e dos profissionais que os produtos e serviços ofertados possuam alto grau de qualidade e confiabilidade, haja vista a competitividade presente no mercado. É nesse contexto que teve vez o controle tecnológico do concreto, cujo foco principal é a supervisão dos procedimentos de ensaios em laboratório.

Dentre os aspectos a serem examinados no controle tecnológico, a resistência à compressão do concreto é a propriedade mais relevante, encontrando-se presente em muitas normalizações como exigência mínima de qualidade ou critério de aceitação (SOUSA, 2006, p. 38). Com efeito, é de vital importância conhecer o valor correto da resistência, dado que, estando abaixo do especificado no projeto, deve-se averiguar a necessidade de reforço à estrutura, a fim de que seja assegurada a segurança dos usuários (ADES, 2015, p. 31).

De fato, na eventualidade de o resultado obtido no ensaio estar abaixo do determinado pelo projetista, o lote do concreto em questão será classificado como “não conforme”, mostrando-se necessário que se dê início imediato a um plano de ação com vistas à adoção do tratamento mais apropriado para esse lote (ABECE, 2015, p. 2). Do contrário, inevitavelmente estarão comprometidos predicados cruciais de uma construção, como a confiabilidade, a longevidade e a segurança.

Nesse contexto, o engenheiro deve preocupar-se com a resistência do concreto a ser utilizado na obra, devendo para tanto estar atento aos fatores que podem influir nesse particular, como, por exemplo, o tipo de cimento, a variabilidade da água e dos agregados, a proporção dos materiais que compõem a mistura, bem

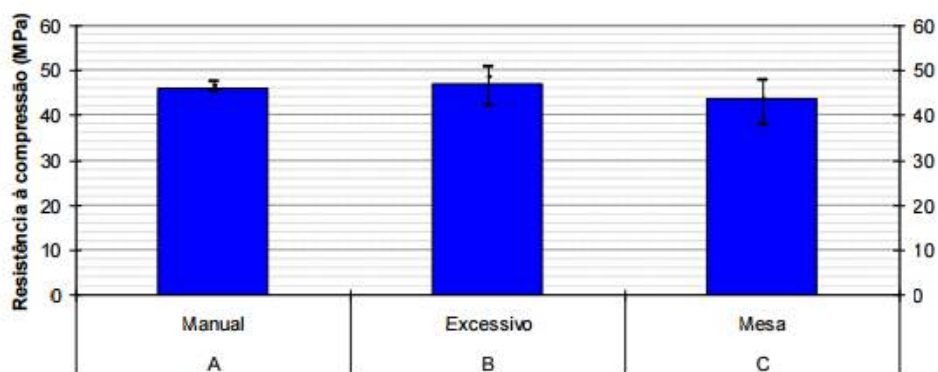
como o manuseio dos equipamentos utilizados, incluindo-se aqui o processo de adensamento (HELENE; TERZIAN, 1992, p. 205), que pode ser conceituado como

[...] a operação para a retirada do ar presente na massa do concreto, visando reduzir a porosidade ao máximo e o perfeito preenchimento das formas. O acompanhamento deste serviço visa à certificação de que todas as partes do concreto estão sendo adensadas, já que, caso não tenham sido, só será possível detectar após a desforma e aí a patologia já foi instalada (como, por exemplo, o aparecimento de brocas) e deverá ser tratada, gerando custos e retrabalhos (ADES, 2015, p. 88).

Para verificar se a resistência estimada foi obtida, os corpos de prova, cilíndricos ou prismáticos, devem ser moldados e curados conforme a NBR 5738. Prevê a normalização que, após a moldagem, o concreto pode ser submetido a dois métodos distintos de adensamento, manual ou mecânico por vibração (itens 7.4.2 e 7.4.3), não trazendo parâmetros específicos para esta última modalidade, sob a justificativa de que o tempo de vibração variará conforme a consistência do concreto e a eficiência do vibrador (item 7.4.3.1).

Diante da essencialidade de que o concreto utilizado na construção atenda à resistência estimada no projeto, sem perder de vista que a análise da resistência é feita principalmente por intermédio de ensaios com corpos de prova, cujo adensamento pode ser feito de dois modos distintos, sendo que para um deles não há sequer parâmetros precisos, faz-se necessário investigar se há variação na resistência a depender do tipo de adensamento eleito e, em caso positivo, qual deles melhor representa a resistência real da estrutura.

O referido questionamento já impulsionou a realização de um trabalho anteriormente. Segundo os resultados obtidos, os corpos de prova com adensamento manual apresentaram o menor desvio padrão. Os dos corpos de prova com adensamento em mesa por tempo excessivo, por sua vez, apresentaram-se ligeiramente superiores, mas com desvio padrão elevado. Já nos corpos de prova cujo adensamento em mesa vibratória se deu em condições normais, os resultados apresentaram-se ligeiramente menores e com desvio padrão também elevado (SILVA *et al.*, 2014, p. 4).



Fonte: SILVA *et al.*, 2014, p. 4.

Desse modo, além de abordar a relevância do concreto para a construção civil, bem como a importância de que sua resistência à compressão esteja em conformidade com os cálculos do projeto, procurou-se apresentar ainda nesta breve revisão teórica a influência do adensamento na resistência do concreto, as disposições da NBR 5738 acerca do adensamento do concreto no corpo de prova e o resultado de trabalho já realizado envolvendo a variação da resistência conforme o tipo de adensamento escolhido, representando esta pesquisa uma oportunidade de aprofundamento da temática.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, os procedimentos metodológicos tiveram por base inicialmente uma pesquisa bibliográfica, caracterizada pela capacidade de recuperação do conhecimento científico acumulado sobre um determinado assunto, no caso, o processo de adensamento, que integra o procedimento de formação dos corpos de prova.

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 37).

Com efeito, para a compreensão do assunto abordado, foram identificados, levantados e analisados diversos tipos de produção acerca da temática que compõe o objeto da pesquisa, como, por exemplo, livros, artigos científicos, publicações em periódicos e, notadamente, dissertações de mestrado, em razão do crescente número de estudos nas universidades brasileiras que envolvem o tema proposto.

Com a leitura e o fichamento do material selecionado, deu-se a base teórica necessária à compreensão dos métodos atualmente existentes para adensamento do concreto no processo de formação dos corpos de prova. Da mesma forma, foi possível avaliar os resultados de pesquisas já realizadas sobre a temática.

Prosseguindo, o desenvolvimento do projeto não ficou restrito ao campo bibliográfico, contando também com previsão de um programa experimental. Com observância às disposições da ABNT NBR 5738, foram moldados cinco corpos de prova adensados de modo manual e cinco corpos de prova adensados mecanicamente (figura 1), a partir do traço em massa 1; 2; 3,68; 0,535 desenvolvido por ARIF (2014, p. 84), com resistência conhecida de 30 MPAs aos 28 dias.

Considerando que na prática todos se valem apenas do método manual, foram utilizadas de agulhas de imersão para adensamento mecânico de corpos de prova. Além disso, foi moldada uma viga de concreto, do mesmo material utilizado para a formação dos corpos de prova.

Figura 1. Moldagem de corpos de prova e viga



Fonte: dos autores

Na fase seguinte, com amparo na ABNT NBR 7680-1, que estabelece os requisitos exigíveis para os processos de extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto, procedeu-se à extração, com a utilização de equipamento disponível no laboratório do UNIPAM, de testemunhos da estrutura de concreto previamente construída.

FIGURA 2. Extração de testemunhos



FIGURA 3. Testemunhos após retificados



Fonte: dos autores

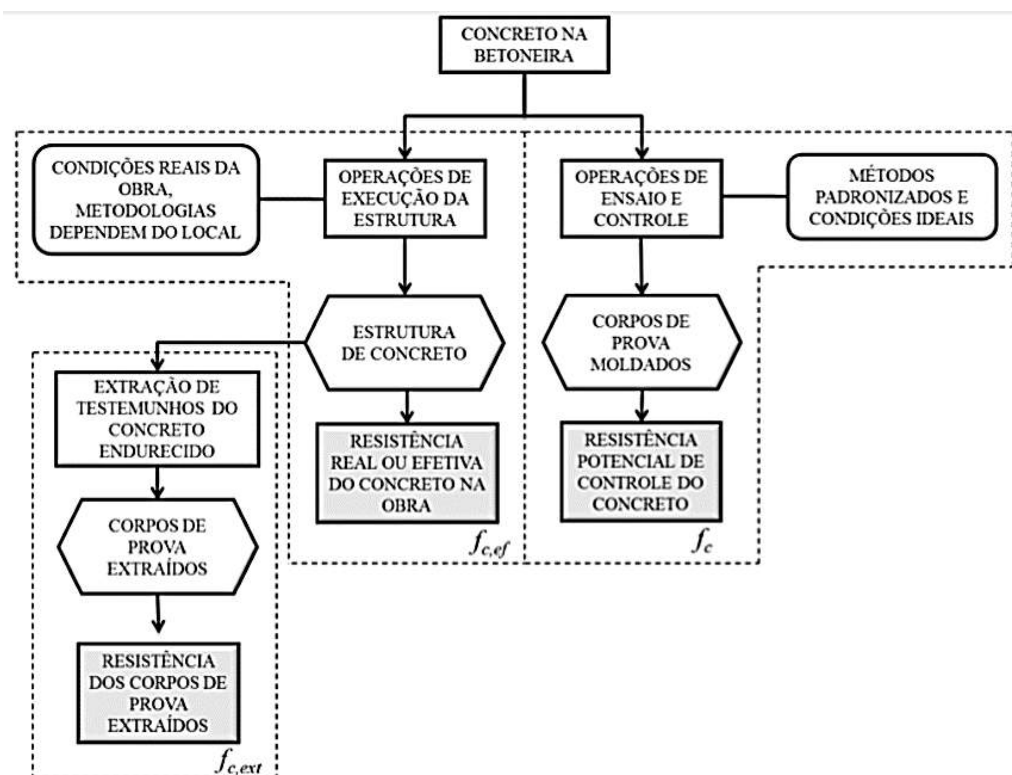
Desse modo, foram submetidos a ensaios os testemunhos extraídos anteriormente, bem como os corpos de prova, nos termos da NBR 5739, que prescreve o método de ensaio à compressão dos corpos de prova cilíndricos de concreto, valendo-se para tanto também do maquinário disponível no laboratório da instituição de ensino.

FIGURA 4. Ensaio de compressão axial



Fonte: dos autores

Assim, foi possível (i) avaliar se houve diferença de resistência à compressão entre os corpos de prova adensados de modo manual e os adensados mecanicamente com a utilização de uma agulha de imersão; e (ii) realizar a comparação da resistência dos corpos de prova com a resistência dos testemunhos extraídos, de modo a se identificar qual modalidade de adensamento retrata melhor a resistência real do concreto, tal como previsto na literatura especializada:



Fonte: HELENE; TERZIAN, 1992, p. 180.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ABNT NBR 7680, Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto, estabelece que de acordo com as características que os testemunhos se encontram, é necessário fazer a aplicação de fatores de correção, são eles k_1 , k_2 , k_3 e k_4 . Esses coeficientes representam respectivamente relação entre a altura e o diâmetro, medidos antes do rompimento; efeito do broqueamento em razão do diâmetro; direção em que o testemunho foi extraído em relação ao lançamento do concreto; e efeito da umidade presente no testemunho.

A partir da caracterização dos testemunhos, antes do rompimento, foi possível realizar a tabulação dos coeficientes a serem aplicados em cada caso. Essas correções estão representadas na tabela 1.

TABELA 1. Coeficientes de ponderação

| Coeficientes de correção testemunhos | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | CP1 | CP2 | CP3 |
| k_1 | -0,005 | -0,005 | 0 |
| k_2 | 0,057 | 0,0573 | 0,0576 |
| k_3 | 0 | 0 | 0 |
| k_4 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: dos autores

Os valores da resistência inicial ($f_{ci,ext,initial}$), encontrados no rompimento, mostrados no apêndice 1, estão demonstrados na tabela 2, como também o valor corrigido após a aplicação dos coeficientes ($f_{ci,ext}$).

TABELA 2. Fck Testemunhos

| Fck testemunhos | | | |
|----------------------|------|------|------|
| | CP1 | CP2 | CP3 |
| $f_{ci,ext,initial}$ | 31 | 26,1 | 25,2 |
| $f_{ci,ext}$ | 32,6 | 27,5 | 26,7 |

Fonte: dos autores

Os corpos de prova moldados, manualmente (CPs de 1 a 5) e com agulhas de imersão (CPs de 6 a 10), também foram rompidos, e os valores encontrados foram corrigidos de acordo com a Tabela 3 apresentada pela ABNT NBR 5739 em razão da relação altura e diâmetro. Os resultados, antes e após a correção, estão apresentados na tabela 4, bem como no apêndice 2 e 3.

TABELA 3. Fator de correção h/d

| | | | | | |
|-------------------|---|------|------|------|------|
| Relação h/d | 2 | 1,75 | 1,5 | 1,25 | 1 |
| Fator de correção | 1 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,87 |

Valores intermediários de h/d podem ser obtidos por meio de interpolação linear.

Fonte: adaptado de ABNT NBR 5739.

TABELA 4. Fck inicial e corrigido corpos de prova

| CP | h/d | $f_{ci,ext,initial}$ | $f_{ci,ext}$ |
|----|------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0,99 | 26,8 | 26,5 |
| 2 | 0,99 | 27,3 | 27,0 |
| 3 | 0,98 | 26,8 | 26,3 |
| 4 | 0,99 | 25,9 | 25,6 |
| 5 | 0,98 | 25,9 | 25,4 |
| | | $f_{ci,med}$ | 26,2 |
| 6 | 0,99 | 23,6 | 23,4 |
| 7 | 0,99 | 23,6 | 23,4 |
| 8 | 0,99 | 23,5 | 23,3 |
| 9 | 0,98 | 26,4 | 25,9 |
| 10 | 0,99 | 25,7 | 25,4 |
| | | $f_{ci,med}$ | 24,3 |

Fonte: dos autores

Com base nos resultados obtidos nos ensaios de compressão, foi possível mensurar e comparar o desvio padrão dentro do ensaio (S_c) e o coeficiente de variação dentro do ensaio (CV_e), apresentados na tabela 5.

TABELA 5. Desvio padrão e Coeficiente de variação

| Adensamento | S_c (%) | CV_e |
|-------------|-----------|--------|
| Manual | 11,3 | 0,4299 |
| Mecânico | 10,4 | 0,4299 |

Fonte: dos autores

Também foi possível avaliar o tipo de ruptura dos corpos de prova, sendo predominante a ruptura colunar com formação de cones no adensamento manual e mecânico, e nos testemunhos, a ruptura tipo cisalhada, apresentadas, respectivamente, de acordo com as figuras 5, 6 e 7.

FIGURA 5. Linhas de ruptura adensamento manual



Fonte: dos autores

FIGURA 6. Linhas de ruptura adensamento mecânico



Fonte: dos autores

FIGURA 7. Linhas de ruptura testemunho



Fonte: dos autores

CONCLUSÃO

Após a análise da bibliografia selecionada, bem como da realização dos ensaios laboratoriais, foi possível verificar a relação entre a resistência do concreto moldado *in loco* e dos corpos de prova, moldados manual e mecanicamente. Os testemunhos extraídos apresentaram maior resistência entre os grupos avaliados, garantindo a segurança estrutural da edificação.

Analisando os resultados individualmente a maior resistência foi de 32,6 MPas, apresentado pelo corpo de prova adensado com o auxílio da agulha de imersão. Para a análise dos resultados, utilizou-se a média entre os valores encontrados em cada lote, sendo que os corpos de prova moldados manualmente apresentaram maior resistência média em relação aos moldados mecanicamente, com 26,2 MPas e 24,3 MPas. Todos os valores apresentados após aplicação os devidos fatores de correção.

Além disso, foram analisados também o desvio padrão e o coeficiente de variação das amostras. O desvio apresentado está dentro dos índices aceitáveis conforme registrado na Tabela 6 da NBR 12655, de 7 MPas para o concreto feito manualmente na condição C – controle regular. O coeficiente de variação encontrado também atende as exigências expressas na ABNT NBR 5739, que define como excelente os valores menores que 3,0.

REFERÊNCIAS

ADES, Andréa Zebulum. *A importância do controle tecnológico na fase estrutural em obras de edificações*. 2015. 89 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ALVES, José Dafico. *Manual de Tecnologia do Concreto*. Goiânia: Editora UFG, 1993.

ARIF, M. A. *Avaliação da medida de tenacidade do concreto reforçado com fibras de aço*. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Pavimento de concreto: adensamento do concreto por vibração*. Disponível em: <http://viasconcretas.com.br/cms/wp-content/files_mf/adensamento_concreto_por_vibracao.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL. *Recomendação ABECE 001:2015: Análise de Casos de Não Conformidade de Concreto*. São Paulo, 2015. Disponível em:<http://www.abece.com.br/pdf/folder_recomendacao1_digital.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5739: Concreto –Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7680: Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto* Rio de Janeiro, 2015.

Congresso Técnico Científico de Engenharia e Agronomia, 2016, Foz do Iguaçu. *Ensaio de compressão de corpos de prova de concreto e de extração de testemunho – comparativo*. Foz do Iguaçu: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. *Manual de dosagem e controle do concreto*. Brasília: SENAI, 1992.

JORDÃO, Fernanda Ribeiro. *Caracterização de variáveis que influenciam na vida útil da estrutura de concreto*. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

JURAN, Joseph Moses. *A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MAGALHÃES, Fábio Costa. *A Problemática dos concretos não conformes e sua influência*

na confiabilidade de pilares de concreto armado. 2014. 262 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MASCOLO, Rafael. *Concreto usinado: análise da variação da resistência à compressão e de propriedades físicas ao longo da descarga do caminhão betoneira*. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MEHTA, PovindarKumar; MONTEIRO, Paulo José Melaragno. *Concreto: estrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: Pini, 1994.

NEVILLE, Adam Matthew; BROOKS, Jeffrey John. *Tecnologia do concreto*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

REPETTE, Wellington Longuini. *Contribuição à inspeção e à avaliação da segurança de estruturas acabadas de concreto armado*. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

ROVER, Ardinete (coord.). *Metodologia científica: educação a distância*. Joaçaba: UNOESC, 2006.

SILVA, Mateus Justino da *et al.* *Resultados do ensaio de resistência à compressão em concretos*. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/104-037.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

SOUSA, Gabriela Gonçalves de. *Influência dos procedimentos de ensaio à compressão de corpos-de-prova cilíndricos no controle de qualidade do concreto*. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

APÊNDICE 1

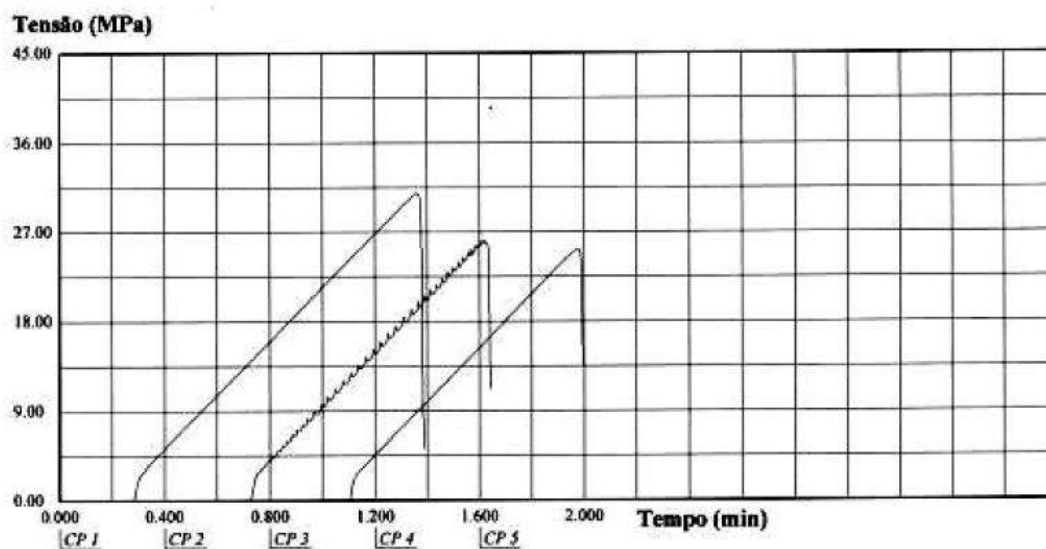
UNIPAM

LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DOS MATERIAIS

Relatório de Ensaio

Máquina: Emic DL20000 Célula: Trd 30 Extensômetro: Trd 3 Data: 17/08/2017 Hora: 14:40:44 Trabalho n° **11356**
 Programa: Tesc versão 3.04 Método de Ensaio: Compressão Concreto - NBR 5739
 Ident. Amostra: >>>>>>>>> AMOSTRA: TESTEMUNHO VIGA DATA MOLDAGEM: 14/07/2017 EMPRESA: MARCIO

| Corpo de Prova | Taxa de Tensão (MPa/s) | Área (mm ²) | Força @Força Max. (N) | Tensão @Força Max. (MPa) |
|----------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| CP 1 | 0.45 | 7088.2 | 219385.9 | 31.0 |
| CP 2 | 0.45 | 7163.0 | 187095.7 | 26.1 |
| CP 3 | 0.45 | 7238.2 | 182665.4 | 25.2 |
| Número CPs | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Média | 0.4500 | 7163 | 196400 | 27.44 |
| Desv. Padrão | 0.0000 | 75.01 | 20040 | 3.076 |
| Coef. Var. (%) | 0.0000 | 1.047 | 10.21 | 11.21 |



Observação: FOI REALIZADO NO LABORATÓRIO APENAS O ROMPIMENTO DO CORPO DE PROVA, A MOLDAGEM E CURA FORAM REALIZADOS PELO CLIENTE.

Utilização de resíduos de mármore e granito em reforços de solos para composição de camadas de subleitos de rodovias pavimentadas

Use of marble and granite waste in soil reinforcements for composition of layered layers of paved roads



Lorena Aparecida Silva

Graduanda do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). e-mail: lorenasilva.eng@gmail.com

Nancy Tiemi Isewaki

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela PUC Minas.
Professora orientadora (UNIPAM). e-mail: nancyti@unipam.edu.br

RESUMO: As estradas são extremamente importantes, visto que são os principais meios de escoamento para todo e qualquer tipo de produto e também são as vias mais utilizadas para viagens e deslocamentos realizados por pessoas. Verifica-se assim uma maior necessidade de investimentos públicos em expansão, reformas e melhoramento das estradas. O presente trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento do reforço de solos através do acréscimo de resíduos de mármore e granito, caracterizando seus parâmetros físicos, para empregar em camadas subleitos em rodovias pavimentadas. O solo padrão utilizado foi coletado no município de Patos de Minas/MG e foi caracterizado como material muito plástico composto por 46,45% de argila, 42,32% de silte, 2,82% de areia e 8,5% de areia. Os resíduos de mármore e granito passaram por processo de britagem, sendo utilizados com diâmetro menor que 19,0mm e maior que 9,5mm. O acréscimo de resíduos foi realizado em relação à massa de solo seco nas proporções de 0%, 15% e 30%. O solo padrão apresentou CBR de 3,045%. Com acréscimo de 15% de resíduos de mármore e granito, houve ganho de 84,4% no valor do CBR, enquanto para o acréscimo de 30% de resíduos houve ganho de 68,21% no valor do CBR, ambos valores em relação à resistência do solo puro. O reforço de solo com resíduos de mármore e granito atenderam aos requisitos técnicos estabelecidos pelo DNIT (2006) para serem utilizados em subleitos de pavimentos rodoviários.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de mármore e granito. Solos. Reforço.

Abstract: Roads are extremely important as they are the main means of flow for any type of product and are also the most used routes for travel by people. There is thus a greater need for public investments in expansion, reform and improvement of roads. The present work aimed to contribute to the knowledge of soil reinforcement through the addition of

marble and granite residues, characterizing its physical parameters, to be used in subgrade layers on paved highways. The standard soil used was collected in the city of Patos de Minas/MG and was characterized as a very plastic material composed of 46.45% of clay, 42.32% of silt, 2.82% of sand and 8.5% of sand. Marble and granite wastes were crushed and used with a diameter of less than 19.0mm and greater than 9.5mm. The increase of residues was performed in relation to the dry soil mass in proportions of 0%, 15% and 30%. The standard soil presented CBR of 3.045%. With addition of 15% of marble and granite residues, there was an 84.4% gain in the CBR value, while for the 30% increase in residues there was a gain of 68.21% in the CBR value, both values in relation to the resistance of pure soil. The reinforcement of soil with marble and granite residues attended the technical requirements established by DNIT (2006) to be used in road pavement slabs.

KEYWORDS: Marble and granite waste, Soils, Reinforcement.

INTRODUÇÃO

Com a expansão do transporte humano e de mercadorias através do uso de carruagens, a partir dos séculos XVII e XVIII, deu-se origem à busca por melhoramentos nas estradas, surgindo diversos programas rodoviários. Com isso, estudos buscando rotas mais rápidas e seguras tornaram-se fundamentais para o transporte de cargas e passageiros (SANTIAGO, 2014).

Atualmente as estradas são extremamente importantes, visto que são o principal meio de escoamento para todo e qualquer tipo de produto e também são as vias mais usadas para viagens e deslocamentos feitos por pessoas. Sendo assim, verifica-se uma maior necessidade de uma política pública voltada para investimentos em expansão, reformas e melhoramento das estradas.

Um ponto que contribui para o desenvolvimento econômico e social de uma determinada região é a pavimentação de uma estrada. No entanto, é necessário que alguns aspectos qualitativos e quantitativos sejam observados, para que esse desenvolvimento seja sustentável.

Visto a necessidade de identificar quais critérios devem ser considerados prioridades, de forma a proporcionar maiores benefícios e melhor investimento de recursos públicos, a busca por métodos que venham contribuindo para facilitar tais diagnósticos, reduzindo os problemas e aumentando os benefícios, é de suma importância.

Sabendo-se que a escassez de recursos é uma realidade nos países em desenvolvimento, em cidades de grande e médio porte, a quantidade de resíduos sólidos da construção civil é considerada inservível quando dispostos de forma inadequada, o que vem causando grandes preocupações em funções ambientais, sociais e econômicas. Estudos demonstram que resíduos sólidos da construção se mostram alternativas interessantes na aplicação em camadas de pavimentos, e vêm sendo destaques no país e mundo (HORTEGAL, FERREIRA, SANT'ANA, 2009).

A ABNT NBR 15115:2004, que regulamenta a gestão e o manejo correto de resíduos da construção civil, prevê que estes podem se tornar agregados reciclados

para execução de subleitos, sub-bases, bases e até mesmo revestimentos primários em rodovias não pavimentadas, desde que tal destinação e execução atendam aos critérios estabelecidos pela norma, sendo esse manejo uma alternativa sustentável tanto ambientalmente quanto economicamente, visto o reuso de tais resíduos.

Para a construção de estradas, as atividades da construção civil encontram-se em destaque, sendo consideradas umas das mais importantes. No entanto, com a grande demanda, destacam-se também os impactos ambientais que elas causam, seja por exploração de recursos naturais, seja por modificação da paisagem ou até mesmo pela geração de resíduos. É um trabalho árduo associar tais atividades com o desenvolvimento sustentável e menos agressivo, uma vez que tais práticas se mostram sem respostas satisfatórias (SINDUSCON-SP, 2005).

Pensando em tal problemática, técnicas que utilizam a reutilização de matéria-prima se mostram viáveis para tais condições ambientais, uma vez que a existência de recursos naturais é de extrema importância para o desenvolvimento de um determinado local, sendo a extração desordenada de tais recursos o principal causador da atual fragilidade ambiental.

Segundo o Sistema Nacional de Viação (SNV), a malha rodoviária nacional compreende 212.866 km de rodovias pavimentadas, contrapondo-se a 1.365.426 km de rodovias não pavimentadas (CNT, 2017). Ainda de acordo com a CNT (2017) a densidade da malha rodoviária pavimentada do Brasil é ainda muito pequena, principalmente quando comparada com a de outros países de dimensão territorial semelhante. São aproximadamente 25 km de rodovias pavimentadas para cada 1.000 km² de área, o que corresponde a apenas 12,3% da extensão rodoviária nacional.

Visto que atualmente a destinação dos resíduos de mármore e granito se encontra em destinações desordenadas e muitas vezes em locais inapropriados, a busca por técnicas de reaproveitamento deles vem se tornando cada vez mais essencial, no intuito de reaproveitar e diminuir a extração da matéria-prima de camadas de estradas, uma vez que tal extração levará à sua escassez.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar e estudar a utilização de resíduos de mármore e granito no município de Patos de Minas, para possível reforços de solos em camadas de subleitos de rodovias pavimentadas. Os objetivos específicos foram caracterizar fisicamente o solo puro e analisar os resultados do ensaio de granulometria nos agregados de resíduos e do ensaio de Índice de Suporte Califórnia com o solo puro e solo reforçado com diferentes proporções de acréscimos de resíduos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTRADA

Antes de se implantar uma estrada, é necessária a realização de alguns estudos, visando o planejamento de transporte e a verificação do comportamento do

sistema viário de determinada região ou localização, estabelecendo prioridades de acordo com dados socioeconômicos em estudo da região analisada (NASCIMENTO, 2008).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, estabeleceu a ABNT NBR 15115:2004 com objetivo de estabelecer critérios quanto à execução de camadas de pavimentação. Nos dias de hoje, a gestão e o manejo correto dos resíduos sólidos da construção civil necessitam de destinos viáveis e mais nobres, podendo atender os critérios de execução em camadas de reforços de subleito, sub-base, base e até a camada de revestimento primário de pavimentos, tornando assim, os resíduos em agregados reciclados (NBR 15115/2004). Para efeitos da ABNT NBR 15115:2004 são definidos:

- Agregados reciclados têm característica granular, sendo obtidos por britagem, conforme as características técnicas para aproveitamento em obras de pavimentação;
- Reciclagem é o aproveitamento dos resíduos após serem submetidos a transformação;
- Reforço do subleito, sub-base e base de agregado reciclado para pavimento são camadas de agregados reciclados.

2.2. ROCHA

Para a Geologia, qualquer formação que ocorra na crosta terrestre é denominada rocha, até mesmo os solos. A rocha pode ser definida, de modo geral, como agregados naturais, compostos por um ou mais minerais. Para o engenheiro civil, considerando o conceito de custos de projetos de terraplanagem em decorrência da aplicação diretamente na engenharia civil, a rocha é todo material natural que pode ser desagregado somente com explosivos; já uma rocha branda, ou um maciço de rocha alterada (fraturada) são solos que podem ser escavados mecanicamente (QUEIROZ, 2009).

As rochas são classificadas em três principais grupos: magmáticas, sedimentares e metamórficas.

2.3. Mármore

O mármore é uma rocha metamórfica calcária, que nada mais é que a modificação química do calcário e do meio onde se encontra. Tal modificação se dá pela transformação físico-química causada pelo calcário a altas temperaturas e pressão. Esse processo é conhecido por metamorfismo, que advém das palavras *meta* (transformação) e *morphe* (forma).

As maiores jazidas são encontradas com facilidades em pontos que advêm de atividades vulcânicas e que possuam a rocha matriz calcária. No Brasil, a maior concentração da rocha metamórfica se encontra no estado do Espírito Santo (SOUZA, 2017).

2.4. Granito

O granito é o resultado da solidificação do magma localizado a grandes profundidades, conhecido como rocha magmática plutônica. Existem rochas que envolvem o granito, impedindo que a liberação do calor aconteça, e com isto, não permitindo o rápido arrefecimento do magma, retardando então a sua solidificação (FRANQUINHO, 2008).

2.5. RESÍDUOS SÓLIDOS

Sabe-se que tais resíduos podem se encontrar tanto no estado sólido, quanto no estado semissólido, e isso resulta em diversas atividades, como industriais, hospitalares, comerciais, agrícolas, dentre outras. Entre tais atividades, encontram-se resíduos derivados da construção civil, que advêm de reformas, reparos e demolições, como tijolos, blocos cerâmicos, concretos, solos e rochas.

Para uma melhor definição dos resíduos da construção civil, foi criada a Resolução n° 307 CONAMA (2002), quanto às classes A, B, C e D.

- Classe A: resíduos reutilizáveis (recicláveis) como agregados.
- Classe B: são aqueles recicláveis para outras destinações.
- Classe C: materiais que não foram desenvolvidos por tecnologias, ou até mesmo aplicações economicamente viáveis possibilitando a sua recuperação;
- Classe D: resíduos perigosos que advêm de processos das construções, contaminantes prejudiciais à saúde.

2.6. PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

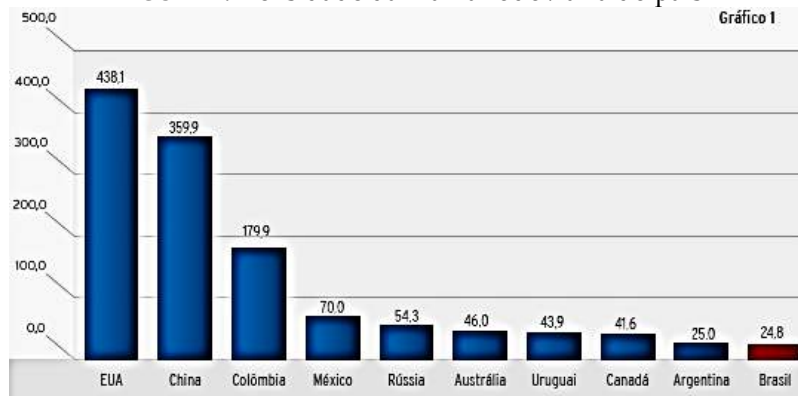
O transporte rodoviário brasileiro é o principal responsável pela integração de todo sistema de transporte no país. Segundo o Sistema Nacional de Viação (SNV), a malha rodoviária nacional compreende 212.866 km de rodovias pavimentadas, contrapondo-se a 1.365.426 km de rodovias não pavimentadas (CNT, 2017).

A densidade da malha rodoviária pavimentada do Brasil mostra-se pequena quando comparada com a de outros países de dimensão territorial semelhante. São aproximadamente 25 km de rodovias pavimentadas para cada 1.000 km² de área, o que corresponde a apenas 12,3% da extensão rodoviária nacional, como apresenta a Figura 1, na página seguinte (CNT, 2017).

Segundo a CNT (2017) ao analisar as regiões, o Nordeste concentra o maior percentual de infraestrutura rodoviária com pavimento (30,8%), seguido do Sudeste (19,3%), do Sul (18,5%), do Centro-Oeste (17,6%) e do Norte (13,7%).

A expansão da malha rodoviária pavimentada também não acompanha o ritmo de crescimento da frota de veículos. Nos últimos dez anos (de julho de 2006 a junho de 2017), a frota cresceu 110,4%, enquanto a extensão das rodovias federais cresceu somente 11,7%.

FIGURA 1. Densidade da malha rodoviária do país

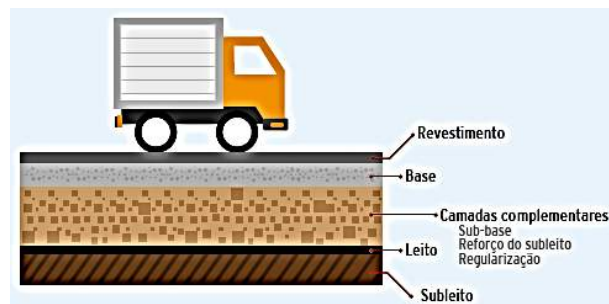


Fonte: CNT, 2017.

2.7. ESTRUTURA DE UM PAVIMENTO E SUAS CAMADAS

De acordo com uma terminologia coerente, o pavimento possui cinco camadas: revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e subleito, e após estas camadas, tem-se a fundação, que também integra a estrutura, conforme mostra a Figura 2.

FIGURA 2. Camadas Genéricas de um Pavimento



Fonte: CNT, 2017

Tais estruturas são constituídas normalmente de materiais estabilizados granulometricamente ou com aditivos, com principal finalidade de resistir e distribuir os esforços solicitantes durante seu período de utilização.

Para a seleção e a caracterização dos agregados, emprega-se tecnologia usual, pautada principalmente na distribuição granulométrica e na resistência, forma e durabilidade dos grãos. Para os materiais constituídos principalmente de agregados graúdos e de agregados miúdos, prevalecem as propriedades dessas frações granulares (BERNUCCI, 2008).

Nos tópicos a seguir, são apresentados os materiais e propriedades comumente utilizadas nas camadas de composição do pavimento rodoviário.

2.6.1. Base

Segundo o DNIT 141:2010, a base é a camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, o subleito ou o reforço do subleito

De acordo com o Manual do DNIT (2006), para a base, os materiais devem apresentar um CBR > 80%, expansão $\leq 0,5\%$, além de um limite de liquidez $\leq 25\%$ e Índice de Plasticidade $\leq 6\%$.

2.6.2. Sub-Base

É a camada complementar à base, localizada entre o subleito (ou reforço do subleito) e a camada base. Apresenta como uma de suas funções prevenir o bombeamento do solo do subleito para a camada de base, podendo ser ainda utilizada para regularizar a espessura da base (MARQUES, 2018).

De acordo com o Manual do DNIT (2006), o material a ser utilizado na sub-base deve possuir uma capacidade de suporte melhor que o material do subleito, apresentando CBR > 20%, além de um Índice de Grupo 0 e expansão $\leq 1\%$.

2.6.3. Subleito

Trata-se da camada de fundação onde será apoiado todo pavimento. Quando irregular, deve ser feita uma regularização visando corrigir falhas da camada, a fim de conformar o leito, transversal e longitudinalmente (MARQUES, 2018).

Quanto ao material de sua composição, de acordo com o Manual do DNIT (2006), deve apresentar uma expansão $\leq 2\%$ e um CBR > 2%. Quando não apresentadas tais características, o material deve ser substituído ou submetido a um reforço de subleito. Caso o material apresente CBR > 20%, este pode ser utilizado como sub-base.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada de forma experimental, para analisar a viabilidade técnica da utilização dos resíduos de mármore da construção civil, como reforço em camadas de subleitos de rodovias pavimentadas.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MÁRMORE E GRANITO

Para se caracterizar os resíduos de mármore e granito, foi necessário avaliar e determinar sua caracterização granulométrica de acordo com a NBR NM 248:2003 e sua massa unitária de acordo com a NBR NM 45:2006. Em atendimento às normas, foram utilizadas peneiras de série normal e intermediária, estufa, recipiente cilíndrico, balança, entre outros, para se obterem resultados satisfatórios do ensaio.

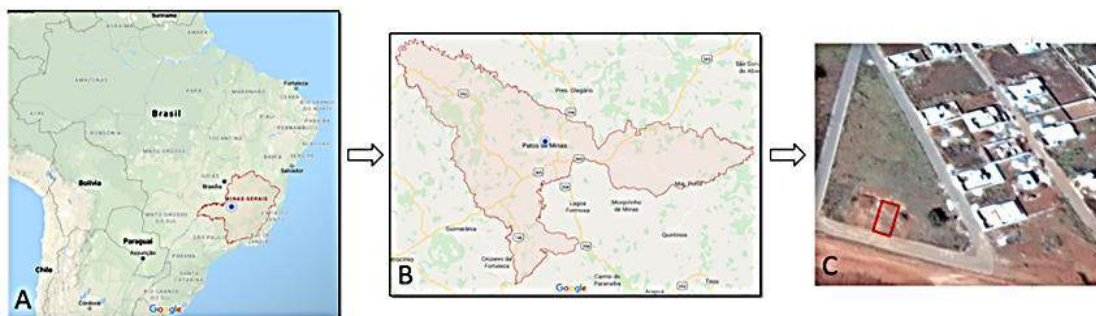
A critério dos pesquisadores, para padronização do resíduo, foram limitados para utilização nesta pesquisa os resíduos de mármore e granito que se enquadravam na faixa granulométrica com partículas menores que 19,0 mm e maiores que 9,5 mm.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo analisado foi caracterizado através de análises táctil-visuais e de ensaios laboratoriais, como análise granulométrica e limites de consistência.

Para caracterizar o solo em questão, foi realizada a coleta de aproximadamente 100 kg de amostra deformada, de acordo com as instruções da ABNT NBR 9604:2016. Tal coleta foi realizada no lote 10 da Quadra 10, situado na Avenida C do bairro Campos Elíseos II, na cidade de Patos de Minas-MG, como a Figura 3 demonstra.

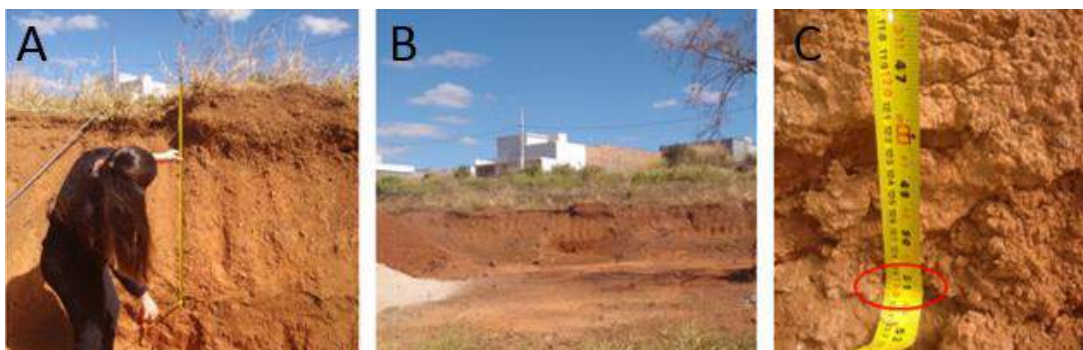
FIGURA 3. Localização da coleta do solo



Fonte: Autor, 2018

A Figura 4 apresenta a coleta do solo analisado na localidade supracitada atendendo todas as especificações normativas previstas na ABNT NBR 9604:2016.

FIGURA 4. Local de coleta do Solo em Estudo



Fonte: Autor, 2018

Após a coleta, as amostras de solo foram armazenadas em uma câmara úmida adotada pelo Laboratório de Tecnologia dos Materiais de Construção Civil

- Mecânica dos Solos do Centro Universitário de Patos de Minas, com o objetivo de que tais amostras mantivessem a umidade natural, para evitar alterações em procedimentos experimentais posteriores, como ressalta a ABNT NBR 9604:2016.

3.2.1. Análise tátil-visual

A análise tátil-visual permite uma pré-definição das propriedades e características do solo em estudo, pois é através de tais técnicas que é possível detectar particularidades do solo, como presença ou não de matérias e/ou odores estranhos, cor natural, coesão entre as partículas, sensação ao tato (diferenciar quando seco e úmido), entre outras. A ABNT NBR 6484:2001 ressalta que através do exame tátil-visual deve-se anotar e detectar granulometria principal e secundária, bem como origem e cor. A ABNT NBR 9604:2016 prevê que é possível avaliar a predominância do tamanho dos grãos através do ensaio do tato, friccionando a amostra de solo com os dedos e, dessa forma, separando solos grossos (ásperos ao tato) dos solos finos (macios ao tato). As argilas diferem-se dos siltes pela plasticidade e pela resistência coesiva quando secas ao ar.

3.2.2. Análise granulométrica

O ensaio granulométrico nada mais é que a porcentagem que cada faixa especificada de tamanho de grãos representa na massa seca total utilizada para o ensaio, ou seja, este ensaio determina a distribuição granulométrica do solo. Através de tal ensaio, o objetivo principal é obter a curva granulométrica, pois a curva permite estimar as porcentagens correspondentes a cada fração granulométrica do solo (SENÇO, 2007). O solo foi devidamente preparado de acordo com a ABNT NBR 6457:2016 e ensaiado conforme requisitos da ABNT NBR 7181:2016. De acordo com o aspecto granulométrico do solo, foi necessário realizar o ensaio de sedimentação com o material passante na peneira 2,0 mm (#10), para uma melhor caracterização da tipologia do solo em questão, como apresenta a Figura 5.

FIGURA 5. Série de peneiras e mistura do solo com solução após 14hs para ensaio de sedimentação



Fonte: Autor, 2018.

3.2.3. Limite de liquidez

O limite de liquidez corresponde à umidade abaixo da qual o solo se comporta como material plástico, é o teor de umidade em que ocorre a transição entre os estados líquido e plástico do solo. Experimentalmente corresponde ao teor de umidade com que o solo fecha certa ranhura sob o impacto de 25 golpes do aparelho de Casagrande (CAPUTO, 2008). Foram utilizados aproximadamente 200,0g do solo em estudo, o qual foi transferido para uma cápsula de porcelana onde se adicionou água destilada em pequenas quantidades. Com o auxílio de uma espátula de lâmina flexível, a mistura foi homogeneizada, obtendo-se uma pasta com a consistência conforme a ABNT NBR 6459:2016 e ABNT NBR 6457:2016, como Figura 6.

FIGURA 6. Pasta para ensaio de Limite de Liquidez



Fonte: Autor, 2018.

3.2.4 Limite de Plasticidade

O ensaio foi realizado conforme as especificações da ABNT NBR 7180:2016. Realizada a moldagem da massa em forma elipsoidal em uma placa de vidro de superfície esmerilhada, como objeto de comparação, foi utilizado um gabarito cilíndrico de 3,0 mm de diâmetro e 100,0 mm de comprimento.

Destas moldagens, foram retiradas sete amostras para o ensaio de limite de plasticidade, como demonstra a Figura 7. Cada amostra teve sua massa úmida e seca aferida para que o teor de umidade fosse obtido e calculado.

FIGURA 7. Amostras para ensaio de Limite de Plasticidade



Fonte: Autor, 2018

3.3. REFORÇOS DE SOLO COM ACRÉSCIMO DE RESÍDUOS

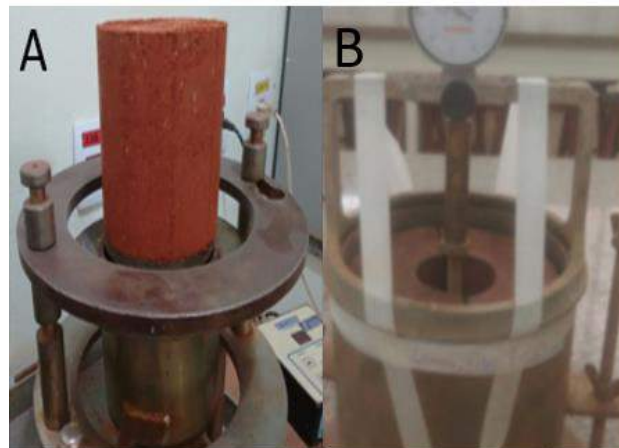
Gonçalves e Medeiros (2015) acrescentaram resíduos de construção civil na proporção de 1/3 e 2/3 de resíduos da construção civil em solos para camadas não pavimentadas. Os resultados não foram totalmente satisfatórios, uma vez que apresentaram possíveis aplicações apenas em camadas primárias de pavimentação (GONÇALVES; MEDEIROS, 2015).

Com isto, através de tais parâmetros, o presente trabalho realizou experimentos com 0%, 15% e 30% de adição de resíduos da construção civil em relação à massa de solo seco. Os resíduos foram devidamente britados, atingindo sua dimensão aproximada da brita nº 1, ou seja, partículas com diâmetros menores que 19 mm e maiores que 9,5mm. Realizou-se o ensaio de compactação dos solos, conforme ABNT NBR 7182:2016, a fim de se determinar o teor de umidade ótimo de compactação na energia de compactação *Proctor Normal*.

Obtidos os dados de compactação, realizou-se o ensaio *Califórnia Bearing Ratio* (CBR), ABNT NBR 9895:2016, conhecido como Índice Suporte Califórnia, um método empírico que foi adotado não apenas no Brasil, como no mundo, por uma grande parcela de órgãos rodoviários. Foram moldados para cada teor de resíduo analisado dois corpos de prova na energia de compactação *proctor normal*.

Após quatro dias imersos em água, aferiu-se a expansão de cada corpo de prova compactado e realizou-se o rompimento na prensa do CBR para comparação dos padrões de resistência atingida por cada composição, conforme Figura 8.

FIGURA 8. Corpo de prova de compactação e CBR



Fonte: Autor, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico encontram-se todos os resultados obtidos através de procedimentos visuais e experimentais, atendendo a prescrições normativas e seus parâmetros.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MÁRMORE E GRANITO

4.1.1. Granulometria

Através da análise granulométrica foram obtidos resultados de duas amostras, como especifica a NBR NM 248:2003, que são as porcentagens de massa retida e acumulada em cada peneira, com as dimensões máximas características próximas umas das outras, como o Quadro 1 demonstra.

QUADRO 1. Classificação Granulométrica do solo

| Ensaio 1. Balança Digimed | | | | | Ensaio 2. Balança Digimed | | | | |
|---------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Amostra (g) | 5016 | | | | Amostra (g) | 5016 | | | |
| Série | Peneira (mm) | Massa Retida (g) | Massa Retida (%) | Massa Retida Acumulada (%) | Série | Peneira (mm) | Massa Retida (g) | Massa Retida (%) | Massa Retida Acumulada (%) |
| Normal | 19,00 | 105,20 | 2,10 | 2,10 | Normal | 19,00 | 66,60 | 1,33 | 1,33 |
| Intermediária | 12,50 | 3360,10 | 66,99 | 69,08 | Intermediária | 12,50 | 3518,90 | 70,15 | 71,48 |
| Normal | 9,50 | 1427,20 | 28,45 | 97,54 | Normal | 9,50 | 1287,40 | 25,67 | 97,15 |
| Intermediária | 6,30 | 111,40 | 2,22 | 99,76 | Intermediária | 6,30 | 116,40 | 2,32 | 99,47 |
| Normal | 4,75 | 1,30 | 0,03 | 99,78 | Normal | 4,75 | 3,20 | 0,06 | 99,53 |
| Normal | 2,36 | 1,60 | 0,03 | 99,82 | Normal | 2,36 | 3,20 | 0,06 | 99,60 |
| Fundo | - | 8,90 | 0,18 | 99,99 | Fundo | - | 19,60 | 0,39 | 99,99 |
| Total | | 5015,70 | 99,99 | - | Total | | 5015,30 | 99,99 | - |

Fonte: Autor, 2018.

4.1.2. Massa unitária

Analisando os resultados da massa unitária, ensaiados de acordo com o método A e C da NBR NM 45, foram obtidos 816,198 kg/m³ com o material compactado e 753,440 Kg/m³ com o material solta.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

4.2.1. Análise tátil-visual

Atendendo os requisitos da ABNT NBR 6484:2001, a análise tátil visual possibilitou a determinação das seguintes características:

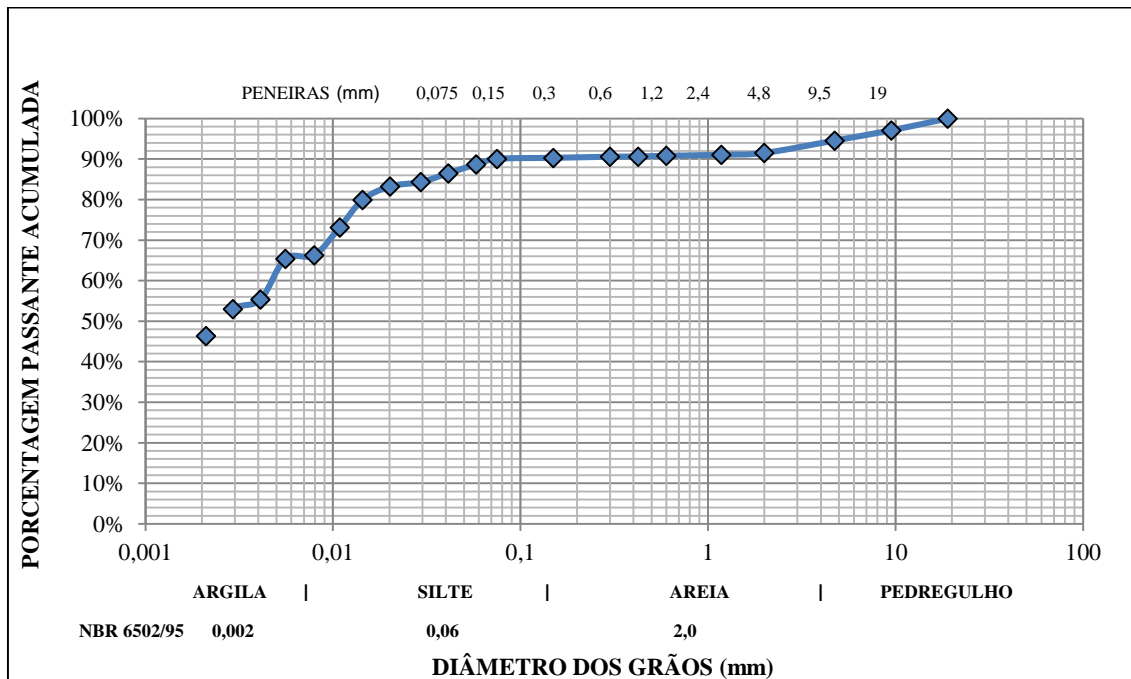
- Pequena presença de matéria orgânica, como raízes;
- Não foi detectado odor estranho;
- Cor ligeiramente avermelhada;
- Considerável coesão entre as partículas;
- Solo ligeiramente úmido ao tato.

4.2.2. Análise Granulométrica

Atendendo as especificações normativas da ABNT NBR 7181:2016, os resultados são expressos pelo Gráfico 1, em que o eixo das abcissas são os valores passantes em cada peneira, em porcentagem, e o eixo das ordenadas são expressos pelas aberturas das peneiras em escala logarítmica.

Com estes resultados, é possível notar que foi traçada uma curva, cuja denominação é curva granulométrica, através da qual é possível determinar a classificação do material em estudo, podendo ser um material graúdo, sendo a maior porcentagem retida na peneira 4,8 mm, e miúdo, sendo a maior porcentagem passante na peneira 4,8 mm (DNIT, 2006).

GRÁFICO 1. Curva Granulométrica do solo



Fonte: Autor, 2018.

Após uma análise da curva e da classificação de acordo com o manual do DNIT, é notável que o solo analisado apresenta uma maior porcentagem de grãos consideravelmente finos, sendo 88,67% de silte e argila, ou seja, ele se enquadra como material miúdo, e a sua maior porcentagem foi a passante na peneira 4,8mm, como apresenta o Quadro 2.

QUADRO 2. Resumo de Porcentagens Passantes Acumuladas em cada peneira

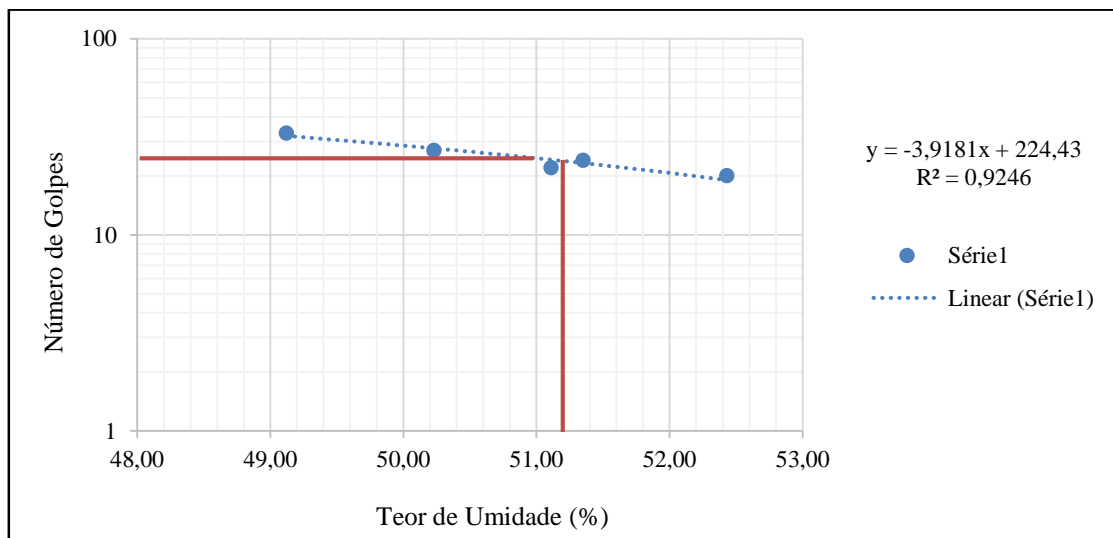
| | |
|-------------|--------|
| PEDREGULHOS | 8,50% |
| AREIA | 2,82% |
| SILTE | 42,32% |
| ARGILA | 46,35% |

Fonte: Autor, 2018.

4.2.3. Limite de liquidez

O ensaio de limite de liquidez (LL) dos solos, de acordo com as especificações da ABNT NBR 6459:2016, tem o resultado expresso em um gráfico, em que o eixo das abscissas são os números de golpes, em escala logarítmica, e o eixo das ordenadas são as médias dos teores de umidades das amostras ensaiadas. Nota-se no Gráfico 2 que o limite de liquidez do solo é de 51,0%, porcentagem de umidade do solo correspondente a 25 golpes.

GRÁFICO 2. Limite de Liquidez do Solo



Fonte: Autor, 2018

4.2.4. Limite de Plasticidade

Para a análise dos resultados, de acordo com a ANBT NBR 7180:2016, apenas as amostras 02, 03, 06 e 07 foram satisfatórias, as demais foram descartadas, não se enquadrando nos cálculos, em que o solo estudado apresenta limite de plasticidade (LP) de 36%, como apresenta o Quadro 3.

QUADRO 3. Limite de Plasticidade

| Amostra | W 02 (%) | Média 02 | 35,835 | Índice Consistência | W (%) |
|---------|----------|-----------------|--------|------------------------|-------|
| 02 | 35,71 | 5% | 1,792 | Limite de Liquidez | 51,00 |
| 03 | 35,51 | LP (%) | 36,00 | Limite de Plasticidade | 36,00 |
| 06 | 34,62 | Limite Sup. (%) | 37,627 | Índice plasticidade | 15,00 |
| 07 | 37,50 | Limite Inf. (%) | 34,043 | | |

Fonte: Autor, 2018.

Com os resultados obtidos a partir do limite de consistência, foi possível determinar o índice de plasticidade (IP), que nada mais é que a porcentagem do LP menos o LL. Este IP representa fisicamente a quantidade de água necessária a ser acrescentada no solo para que este deixe o estado plástico para o estado líquido. São definidos alguns intervalos quanto à classificação do solo e quanto a sua plasticidade, que são as seguintes (KRAINER, 2016):

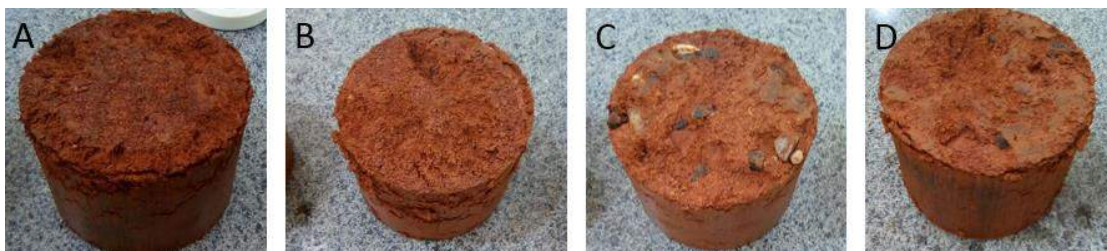
- IP = 0, não plástico;
- $1 < IP < 7$, pouco plástico;
- $7 < IP < 15$, plasticidade média;
- IP > 15, muito plástico.

De acordo com o resultado obtido, o IP do solo em estudo é de 15%, sendo uma característica de solo muito plástico, uma vez que tal resultado condiz com a análise da curva granulométrica, que classificou o solo estudado em siltoso e argiloso, pois estes são solos extremamente plásticos.

4.2.5. Reforços de solos com resíduos de mármore e granito

Seguindo os parâmetros exigidos pela ABNT NBR 9895:2016, duas amostras para cada teor de acréscimo foram ensaiadas para a determinação do Índice Suporte Califórnia (ISC) e da expansão do solo. A Figura 9 demonstra imagens de alguns corpos de provas do ensaio CBR.

FIGURA 9. Corpos de prova CBR



Fonte: Autor, 2018.

O Quadro 4 demonstra o resumo dos resultados do ensaio de CBR e as médias calculadas para cada acréscimo, uma vez que foram utilizadas duas amostras para cada acréscimo:

QUADRO 4. Expansão e CBR

| Corpo de prova | (%) Acréscimo resíduo | Expansão (%) | Expansão média (%) | CBR (%) | CBR (%) média |
|----------------|-----------------------|--------------|--------------------|---------|---------------|
| 02 | 0% | 0,309 | 0,2135 | 2,97 | 3,045 |
| 03 | 0% | 0,12 | | 3,12 | |
| 06 | 15 | 1,29 | 1,505 | 5,4 | 5,615 |
| 08 | 15 | 1,72 | | 5,83 | |
| 09 | 30 | 1,18 | 1,2965 | 6,4 | 5,122 |
| 10 | 30 | 1,38 | | 3,84 | |

Fonte: Autor, 2018.

Para reforço de subleito, o DNIT (2006) especifica que a expansão do solo deve ser menor que 1%. Verifica-se, nos acréscimos de 15 e 30% de resíduos de mármore e granito, que os valores de expansão são maiores que 1%, invalidando assim o uso dessas composições como reforço de subleito. No entanto, é válida a utilização para subleitos nas duas composições, já que, neste caso, são aceitos valores de expansão menores ou iguais a 2%.

Os resultados encontrados demonstram que o solo puro possui CBR = 3,045% e expansão igual a 0,2135%. Parâmetros definidos pelo DNIT (2006) especificam que, para utilização em subleitos, os solos devem apresentar expansão menor ou igual a 2% e CBR maior ou igual a 2%. Portanto, mesmo sem o reforço com resíduos de granito e mármore, o solo estudado poderia ser utilizado para composição de camadas de subleitos.

Quando se acrescentaram 15% de resíduos de mármore e granito, o CBR elevou-se para CBR de 5,615%, um ganho de resistência de 84,4% em relação ao solo puro. A expansão também aumentou, passando a um valor de 1,505%.

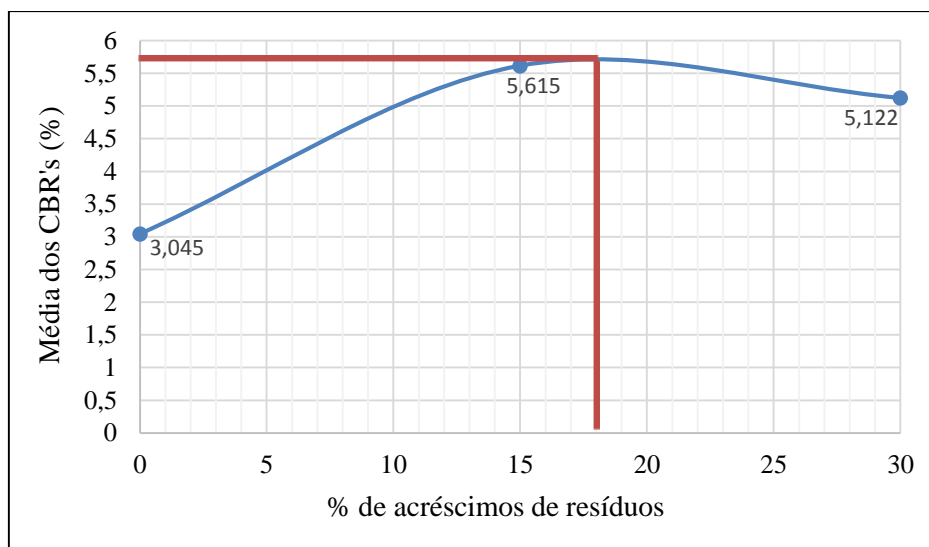
Ao se acrescentarem 30% de resíduos de mármore e granito, o CBR da composição apresentou um aumento de resistência em relação ao solo puro de 68,21%; no entanto, em relação ao acréscimo de resíduos de quinze por cento, houve uma perda de resistência correspondente a 8,78% de queda. Demonstra-se no Gráfico 3 (na página seguinte) a modelagem para os resultados de CBR do solo estudado na característica puro e quando com acréscimo dos resíduos de mármore e granito.

A resistência à penetração CBR para o solo estudado, quando acrescido de resíduos de mármore e granito, não apresentou crescimento linear, tendo seu ponto de curvatura máxima correspondente à 18% de acréscimo de resíduos de mármore e granito em relação à massa de solo seco, obtendo-se CBR igual a 5,75%.

Portanto, o solo reforçado com resíduos de mármore e granito atendeu aos

requisitos de resistência ao CBR e expansão definidos pelo DNIT (2006), comprovando a viabilidade para destinação e aproveitamento adequados desses resíduos da construção civil.

GRÁFICO 3. Evolução do CBR quanto à adição de resíduos



Fonte: Autor, 2018.

CONCLUSÕES

Após as análises elaboradas na presente pesquisa, pode-se concluir o seguinte:

- (i) O solo utilizado com padrão possui características de alta plasticidade e predominância de materiais finos, por conter 88,67% compostos por silte e argila;
- (ii) Com acréscimo de 15% de resíduos de mármore e granito, houve ganho de 84,4% no valor do CBR comparado ao solo puro;
- (iii) Com acréscimo de 30% de resíduos de mármore e granito, houve ganho de 68,21% no valor do CBR comparado ao solo puro;
- (iv) O reforço de solo com resíduos de mármore e granito atendem aos requisitos técnicos estabelecidos pelo DNIT (2006) para serem utilizadas em subleitos de pavimentos rodoviários;
- (v) Tais composições são viáveis devido ao aproveitamento e destinação adequada de resíduos da construção civil, mitigando o impacto ambiental da extração de solos resistentes (cascalhos);
- (vi) Necessário dar continuidade à pesquisa para avaliação do comportamento de novas composições com granulometrias diferentes dos resíduos, uma vez que, ao se acrescentarem 30% de resíduos, a resistência diminuiu.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115/2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457/2016. Amostra de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459/2016. Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9604/2016. Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas - Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180/2016. Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484/2001. Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181/2016. Solos – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- CAPUTO, H. *Mecânica dos solos e suas aplicações*. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988.
- CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. *Pesquisa CNT de rodovias*. Brasília, 2017.
- FRANQUINHO, Granito – Formação, Constituição, Transformação Naturalmente Espaço Web, 2005. Disponível em:< <http://carlos.franquinho.info/2008/01/granito-formacao-constituicao-transformacao/>>.
Acesso em: 04 de março de 2017.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GONÇALVES, G. H. MEDEIROS, S. L. J. *Viabilidade Técnica dos Agregados Reciclados obtidos pelo Beneficiamento dos Resíduos Sólidos gerados na Construção Civil em Revestimentos Primários em Camadas de Baixo Volume de Tráfego*. Patos de Minas, 2015.

HORTEGAL, FERREIRA, SANT'ANA. *Utilização de agregados de resíduos sólidos da construção civil em São Luís-MA*. Departamento de Expressões Gráficas e Transportes, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI. São Luís, 2009.

KRAINER, C. W. M. *Laboratório de Mecânica dos Solos – conceito de plasticidade e ensaios de LL, LP e LC*, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2016.

QUEIROZ, R. C. *Geologia e Geotecnia Básica para Engenharia Civil*. São Carlos: Editora Rima, 2009.

SANTIAGO, E. *História das estradas*, Infoescola Navegando e Aprendendo 2014. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/curiosidades/historia-das-estradas> >. Acesso em: 3 mar. 2017.

SENÇO, W. *Manual de Técnicas de Pavimentação*, 2008. Volume I, 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.

SINDUSCON. *Gestão Ambiental de resíduos da construção civil – a experiência do Sindus-Con-SP*. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_Residuos_Solidos.pdf>. Acesso em: 6 de março de 2017.

SOUZA, L.A. *Mármore: reação química na natureza*, Brasil Escola, 2017. Disponível em: < <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/marmore-reacao-quimica-na-natureza.htm>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2017.

Estudo do desempenho de argamassas de revestimento com substituição da areia de rio por areia de britagem de rocha

Study of the performance of coating mortars with the substitution of river sand by rock crushing sand



Rangel de Abreu Moreira da Silva

Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: rangelmoreira@unipam.edu.br

Douglas Ribeiro Oliveira

Especialista em Física. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: rogeriobv@unipam.edu.br

Rogério Borges Vieira

Pós-Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária; Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: douglasro@unipam.edu.br

RESUMO: Com o atual modelo de crescimento do mundo, a demanda por qualidade de vida e o uso de matérias não renováveis têm aumentado de forma acentuada. Na indústria, já se tem consciência de que o desperdício, em qualquer das etapas construtivas, gera prejuízo. Alternativas viáveis de reaproveitamento de materiais sempre se mostram como bons temas para a realização de estudos. O aproveitamento de finos gerados pela produção de britas é um estudo ainda considerado novo no Brasil, e nos Estados Unidos e no Canadá, já são adotadas essas metodologias desde a década de 80. O uso destes materiais, no entanto, requer maior controle tecnológico, pois em um país continental como o Brasil, há uma grande variabilidade de materiais de uma região para outra. Uma correta destinação para materiais antes não aproveitados, além de contribuir para a sustentabilidade, gera economia. Um traço trabalhável, que atende as normatizações brasileiras, com a substituição de 40% de areia de rio por areia de britagem de rocha, mostrou-se experimentalmente ser o melhor traço estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Areia. Aproveitamento. Sustentabilidade.

ABSTRACT: With the current growth model of the world, the demand for quality of life and the use of nonrenewable materials have increased in a marked way. In industry, one already knows that the waste in any of the constructive stages generates damages. Viable alternatives to reuse materials are always good studies. The utilization of fines generated

by the production of gravel is not a new subject in Brazil, in the United States and Canada, these methodologies have been adopted since the 1980s. The use of these materials, however, requires a greater technological control, since in a continental country like Brazil, there is a great variability of materials from one region to another. A correct allocation of previously unused materials, besides contributing to sustainability, generates savings. A workable trait, which complies with Brazilian regulations, with the substitution of 40% of river sand for rock crushing sand, proved to be the best studied trait, contributing to sustainability.

KEYWORDS: Sand. Reuse. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Com o atual modelo de crescimento e desenvolvimento mundial, a demanda por qualidade de vida e o grande uso de recursos naturais não renováveis e de energia têm aumentado de forma acentuada, o que leva à preocupação com a preservação do meio ambiente e com a garantia da qualidade de vida no planeta (SANTOS, 1997).

De acordo com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2002) a indústria do cimento é responsável pela liberação de aproximadamente 3% das emissões mundiais de gases de efeito estufa e também por cerca de 5% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, e ainda segundo Brasileiro e Matos (2015), a indústria da construção civil é uma das atividades humanas que mais consomem recursos naturais, variando de 20% a 50%.

O cimento Portland, segundo Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002, p. 5), “é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação da água”, basicamente composto por clínquer, gesso e adições, e é o principal constituinte das argamassas que, de acordo com Fiorito (2009) são misturas entre aglomerantes, agregados miúdos e água. Os agregados miúdos por sua vez são normalmente areias extraídas de rios, em processos bastante agressivos à calha do curso de água.

Levando em consideração a importância das argamassas na construção civil, seja para colagem de placas, seja para rejuntamento, assentamento de blocos, revestimentos, decoração, e considerando os grandes problemas ambientais vivenciados pelo planeta nos últimos anos, espera-se que haja uma preocupação do setor com a utilização racional dos recursos e com o desenvolvimento de tecnologias que visem melhorar sua qualidade. No entanto, a realidade nacional diverge do esperado, uma vez que os materiais de construção ainda carecem de controle tecnológico e os métodos construtivos necessitam de racionalização. Não é difícil constatar que existem muitos problemas que precisam de atenção, principalmente os relacionados à sustentabilidade, reaproveitamento e correta destinação de resíduos.

Esse fato facilmente se observa por meio do elevado volume de rejeitos gerados pelo setor e por meio do descarte desses materiais em áreas não apropriadas,

gerando os mais variados problemas, como o desperdício, a poluição, o não aproveitamento de recursos não renováveis, que poderiam retornar à cadeia produtiva, além da contaminação, desvalorização e não uso destes locais onde o entulho é depositado.

Na indústria iniciou-se a conscientização de que o desperdício, em qualquer etapa construtiva, gera prejuízo, já que necessita de um local apropriado para sua disposição. Sendo assim, as indústrias de um modo geral vêm buscando opções para diminuir os custos e também para visar à redução dos impactos ambientais e o aumento da credibilidade perante o mercado consumidor (SILVA; BUEST; CAMPITELLI, 2005).

Alternativas viáveis estão em estudo, e o pó de brita, rejeito da britagem de rochas, é uma opção que se apresenta para a substituição do material natural. De acordo com Holsbach (2004), a introdução de materiais artificiais no mercado da construção civil tende a diminuir os danos causados pela extração de matérias-primas naturais, e o mais importante é que a areia artificial apresenta um menor custo em relação à areia natural, pois é obtida da britagem de rochas, e não se agrega nenhum custo adicional a este tipo de produção.

O aproveitamento de finos gerados pela fabricação de britas não é um assunto desconhecido (MENOSSI, 2004). Nos anos 80, nos Estados Unidos e no Canadá, já eram utilizados. Nos dias atuais, sua utilização possui diversas finalidades, como a produção de blocos de concreto, camadas de sub-base asfáltica, argamassas e sub-bases para assentamento de azulejos. A incorporação do pó de brita mostra-se uma solução viável para questões ambientais e com resultados satisfatórios do ponto de vista do desempenho e do custo benefício.

A utilização desses materiais alternativos requer experimentos e controle tecnológico para a definição da dosagem ideal de argamassas, pelo fato de haver grande variabilidade dos materiais de região para região e pela importância da viabilidade econômica e do desempenho das argamassas na obra.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é desenvolver, por meio de ensaios experimentais, uma dosagem racional de argamassas utilizando areia de britagem de rocha calcária da região de Patos de Minas-MG, de modo a obter um traço trabalhável que atenda a todas as exigências técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos dessa pesquisa: realizar uma revisão na bibliografia sobre a substituição de agregados por agregados oriundos de britagem de ro-

chas em compósitos cimentícios como argamassas, grautes e concretos; caracterizar fisicamente os aglomerantes (cimento Portland e cal hidratada) e os agregados miúdos (areia fina de rio, areia fina de britagem); produzir uma argamassa-padrão, utilizando areia proveniente de rio, e argamassas com substituição do volume dessa areia por diferentes percentuais de areia de britagem; avaliar o comportamento no estado fresco através de ensaios de consistência e *squeeze-flow*; avaliar as propriedades físico-mecânicas das argamassas no estado endurecido através de ensaios de densidade, absorção capilar, módulo de elasticidade dinâmico e resistência à tração na flexão e compressão; comparar as propriedades físicas no estado fresco com as físico-mecânicas do estado endurecido e com valores encontrados na literatura; aplicar a argamassa de referência, a argamassa com substituição total e a argamassa com melhor desempenho físico-mecânico como revestimento de alvenarias de blocos cerâmicos, de modo a avaliar a fissuração, a resistência de aderência e a permeabilidade dos revestimentos produzidos; e definir a porcentagem ótima de substituição.

3. JUSTIFICATIVA

Os revestimentos e assentamentos representam uma parcela significativa do valor de construção de obras no geral. Segundo Nakamura *et al* (2007), tais custos chegam a representar cerca de 10 a 30% do total da construção, dependendo do tipo, do porte das edificações e do seu padrão de acabamento.

A indústria da construção civil agrega atividades que consomem enormes volumes de recursos naturais e, de acordo com John (2000), estima-se que a construção civil utiliza algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. Os impactos dela causados ao meio ambiente são vários, desde a extração das matérias-primas até o término da vida útil dos produtos construídos, envolvendo sua reutilização, sua reciclagem ou seu descarte (CBIC, 2012).

Segundo Almeida e Silva (2005), cerca 90% da produção nacional de areia natural, no território brasileiro, é obtida a partir da extração em leito de rios, e os 10% que restam veem de outras fontes (várzeas, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, pegmatitos e arenitos decompostos).

De acordo com Kamogawa (2003), a degradação ambiental ocorre de várias maneiras diferentes, mas algumas se destacam, como o mau uso dos recursos naturais e as externalidades negativas, geradas tanto pelos processos produtivos quanto pelo consumo. O autor alerta para os seguintes problemas:

- a) Uso indevido dos recursos naturais não renováveis;
- b) Degradação do meio ambiente pela exploração de recursos naturais sem controle e fiscalização;
- c) Desvalorização e redução da vida útil das áreas onde os recursos são depositados de maneira irregular.

Esses recursos, quando bem aproveitados, caracterizados e avaliados podem ser incorporados de forma satisfatória no mercado como agregados especiais para uso na construção civil (SILVA, 2006).

Reaproveitar os resíduos é uma alternativa econômica e ecologicamente viável que, além de proporcionar um destino definitivo para os resíduos oriundos não só da construção civil, também proporciona uma correta destinação aos resíduos das grandes indústrias de mineração. Durante todo o processo de beneficiamento das rochas naturais, 25% a 30% são transformados em pó, sendo que no Brasil, a estimativa é que sejam geradas 240.000 toneladas/ ano de resíduos destas rochas. Sem um direcionamento correto, este pó é depositado em locais totalmente inapropriados, gerando graves impactos ambientais (SANTO; LIRA; RIBEIRO, 2012 *apud* FORMIGONI, 2006).

Santo, Lira e Ribeiro (2012) ressaltam a grande importância do estudo de aplicações de resíduos na construção civil, visto que esta geração não ocorre apenas nos canteiros de obra, mas também em outros vários setores que fornecem matéria-prima para a indústria da construção civil. Com isso tudo, o montante de resíduos gerados pelas empresas de britagem pode ser reaproveitado e inserido novamente no processo produtivo, oferecendo uma nova possibilidade de comercialização, além da contribuição ambiental.

4. REVISÃO DA LITERATURA

É comum encontrar na literatura estudos a respeito da substituição de agregados, seja em busca de um melhor desempenho da argamassa, seja por questões ambientais. De modo geral, são ensaios que analisam a viabilidade de se empregar um novo agregado, propondo menor custo, melhor desempenho e muitas vezes questões ambientais. A seguir encontram-se sínteses de algumas pesquisas usadas como base para o estudo teórico do caso.

Paiva (2003) analisou o impacto ambiental gerado pelo setor da construção civil através da retirada de recursos naturais e da deposição de resíduos resultados das sobras dos canteiros de obra. O autor usou como objeto de estudo a construção de dois muros de alvenaria, um construído com materiais originados da reciclagem de rejeitos da construção civil e outro com materiais de uso comum. Através do estudo analisou-se a viabilidade financeira juntamente com os benefícios ambientais e concluiu-se ser uma ótima alternativa para investimento.

Pelisser e Nunes Júnior (2013) demonstraram, com base em pesquisas e estudos, que a utilização do pó de brita em argamassas de assentamento mostra um desempenho satisfatório, desenvolvendo um significativo aumento de resistência à compressão para as argamassas compostas por esse agregado. As argamassas compostas por pó de pedra apresentaram resistências consideravelmente superiores à argamassa confeccionada com areia e também superiores à argamassa industrializada. Os autores concluíram que é possível atingir uma economia de cimento,

realizando estudos mais específicos, visto que as argamassas ensaiadas por compressão apresentaram um aumento de sua resistência mecânica.

O pó de brita apresenta-se também com uma alternativa para a solução de questões ambientais. Segundo Almeida e Sampaio (2002), os impactos ambientais são características marcantes do mundo atual. A substituição da areia natural pelo pó de brita pode se tornar solução para alguns desses impactos. Nos países mais desenvolvidos, essa substituição iniciou-se na década de 1970, dez anos após a produção em série dos primeiros equipamentos especiais usados para britagem dos materiais finos.

Segundo Silva, Campitelli e Gleize (2007), os resultados dos estudos feitos de comparação entre argamassas confeccionadas com areia de origem britada e argamassas com areia convencional mostrou que as argamassas produzidas com areia não convencional apresentaram resistências mecânicas maiores do que as argamassas com areia natural, fato que é explicado pela maior densidade de massa aparente no estado endurecido, consequência da maior quantidade de material pulverulento e menor consumo de água.

Através da revisão realizada, é possível observar que grande parte dos estudos consiste em verificar os efeitos das adições e substituições nas argamassas e mostrar a contribuição ambiental também gerada.

5. METODOLOGIA

Buscando encontrar o melhor traço experimental, trabalhável, que atenda as normas brasileiras, o projeto seguiu três etapas principais: a) Aquisição dos materiais; b) Classificação e caracterização dos agregados miúdos e dos aglomerantes; c) Confeção e execução de ensaios com as argamassas (em estado fresco e em estado endurecido); e d) Análise das argamassas e aplicação em revestimentos de alvenaria de tijolos cerâmicos para controle de desempenho.

5.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS E AGLOMERANTES

Os agregados e os aglomerantes foram caracterizados no Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção, por meio da realização de ensaios regulamentados por normas técnicas. A determinação da massa específica de todos os materiais seguiu as recomendações da DNER-ME 194/98 (DNER, 1998), observando que, no caso dos aglomerantes, será feita em caráter adaptado, visto que na época do ensaio, o laboratório não contava com o frasco apropriado para o ensaio. No entanto, os resultados condizem com os resultados esperados e serão tomados como referência. O ensaio de determinação da massa unitária e do índice de vazios dos agregados foi feito de acordo com a NBR NM 45 (ABNT, 2006), e a massa unitária dos aglomerantes seguiu a NBR 12127 (ABNT, 2017). Os agregados miúdos foram ensaiados para determinação do material fino passante através da peneira

de 75µm de acordo com a NBR NM 46 (ABNT, 2003a) e para determinação da composição granulométrica, segundo a norma NBR NM 248 (ABNT, 2003b).

5.2. PRODUÇÃO DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

As argamassas foram produzidas com base em traço de referência 1:0,5:5 (cimento: cal: areia) em volume, conforme Tabela 1, e foi utilizado cimento CP II E 32, cal hidratada tipo CH-III e areia fina proveniente de rios comercializada na região de Patos de Minas-MG. A areia de britagem para produção das argamassas com substituição será proveniente de resíduos do processo de produção de brita calcária da empresa Ultracal.

TABELA 1. Identificação das amostras

| - | Referência (Traço) | | | | | |
|--------------------------|--------------------|------|------|------|------|-------|
| | R-00 | E-20 | E-40 | E-60 | E-80 | E-100 |
| Agregado | | | | | | |
| Areia fina de rio | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | - |
| Areia de Britagem | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cal hidratada | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Cimento Portland CP-II-E | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Água | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,4 |

Fonte: Autoria própria

IMAGEM 1. Consistência das Argamassas



Fonte: Autoria própria

As argamassas foram misturadas obedecendo-se às prescrições da NBR 13276 (ABNT, 2016). A quantidade de água foi determinada de modo a obter argamassas com índice de consistência de 280 mm. A Imagem 1 mostra as fotos dos abatimentos, conforme ensaio da mesa de abatimento também definido pela NBR 13276.

A identificação das amostras se deu por siglas, em que a primeira letra representa o tipo de argamassa, que pode ser de referência, representada por “R”, ou experimental, simbolizada por “E”. O primeiro número representa o teor de substituição de agregados, 00, 20, 40, 60, 80 ou 100, em valores percentuais. O último número representa a idade de ensaio, 3 e 28 dias.

TABELA 2. Identificação das amostras

| Substituição (%) | Idade de rompimento (dias) | |
|-----------------------|----------------------------|----------|
| | 3 | 28 |
| 0 (referência) | R-00-3 | R-00-28 |
| 20 | E-20-3 | E-20-28 |
| 40 | E-40-3 | E-40-28 |
| 60 | E-60-3 | E-60-28 |
| 80 | E-80-3 | E-80-28 |
| 100 | E-100-3 | E-100-28 |

Fonte: Autoria própria

5.3. ENSAIOS NO ESTADO FRESCO

Após a determinação do teor de água da argamassa de referência e das argamassas com substituição, foi efetuado o ensaio de *squeeze-flow* (aperta e flui) em máquina universal de ensaios, segundo a NBR 15839 (ABNT, 2010) para mensuração da trabalhabilidade através da análise do gráfico carga x deformação da mistura.

As argamassas em estado fresco ainda foram usadas para moldagem dos corpos de prova prismáticos normatizados pela NBR 13279 (ABNT, 2005). E a desforma foi realizada no dia posterior à moldagem, e os corpos de prova foram mantidos em ambiente de laboratório até as idades de ensaio, de modo a reproduzir a cura sem molhagem, como observado em obras.

5.4. ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO

No estado endurecido, foram realizados os ensaios de resistência à tração na flexão e compressão. A Tabela 3 apresenta as especificações e procedimentos para realização dos ensaios e classificação das argamassas.

TABELA 3. Ensaio no estado endurecido

| Ensaio | Norma ABNT |
|----------------------------|----------------|
| Tração na Flexão | NBR 13279:2005 |
| Compressão Axial | NBR 13279:2005 |
| Classificação e requisitos | NBR 13281:2005 |

Fonte: Autoria própria

5.4. APLICAÇÃO E ENSAIOS DAS ARGAMASSAS APLICADAS EM REVESTIMENTO

As argamassas referência (R-00) e com substituição parcial (E-40) foram escolhidas e aplicadas em revestimento de blocos cerâmicos com chapisco. Será dado acabamento sarrafeado e será monitorada a integridade do revestimento. Aos 42 dias de idade serão efetuados ensaios de aderência à tração com referência à NBR 13528 (ABNT, 2010).

6. RESULTADOS

Na Tabela 4, apresentam-se os valores obtidos para a massa específica dos agregados miúdos, mostrados em g/cm^3 , os quais foram realizados em conformidade com procedimentos descritos pela norma DNER-ME 194-98. E quando se observam os resultados, percebe-se que as areias apresentam uma massa específica muito próxima.

TABELA 4. Massa Específica Agregados

| Agregado | Massa Específica (g/cm^3) |
|-------------------|--------------------------------------|
| Areia fina de rio | 2,64 |
| Areia de britagem | 2,70 |

Fonte: autoria própria

IMAGEM 2. Massa Específica Agregados



Fonte: Autoria própria

A Tabela 5 apresenta os valores obtidos para a massa específica dos agregados miúdos, mostrados em g/cm^3 , conforme ensaios e cálculos realizados conforme procedimentos descritos na norma DNER-ME 194-98. De acordo com a literatura, os valores estão dentro do esperado.

TABELA 5. Massa Específica Aglomerantes

| Aglomerante | Massa Específica (g/cm^3) |
|--------------------------|--|
| Cal hidratada | 2,47 |
| Cimento Portland CP-II-E | 3,03 |

Fonte: Autoria própria

Os resultados mostrados na Tabela 6 são referentes aos ensaios de massa unitária no estado solto, índice de vazios de todos os materiais, massa unitária no estado compactado e ensaio de pulverulência dos agregados, conforme as recomendações das normas NBR NM 45 (ABNT, 2006) e NBR 12127 (ABNT, 2017), respectivamente. Quando analisados os resultados, pode-se observar, com base na literatura e nos ensaios, que pela presença de mais material fino na areia de britagem, esta apresenta um menor índice de vazios, e conseqüentemente, uma maior massa unitária nos estados solto e compactado.

TABELA 6. Caracterização física

| Agregado | Massa unitária no estado solto (g/cm^3) | Massa unitária no estado compactado (g/cm^3) | Massa específica (g/cm^3) | Índice de vazios (%) | Pulverulência (%) |
|--------------------------|--|---|--|-----------------------------|--------------------------|
| Areia fina de rio | 1,543 | 1,677 | 2,64 | 41,67 | 0,57 |
| Areia de britagem | 1,670 | 1,834 | 2,70 | 38,22 | 10,40 |
| Cal hidratada | 0,509 | - | 2,47 | 68,46 | - |
| Cimento Portland CP-II-E | 0,959 | - | 3,03 | 79,43 | - |

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 7, os abatimentos das argamassas são mostrados, e a quantidade de água foi determinada de modo a obter argamassas com índice de consistência de 280mm.

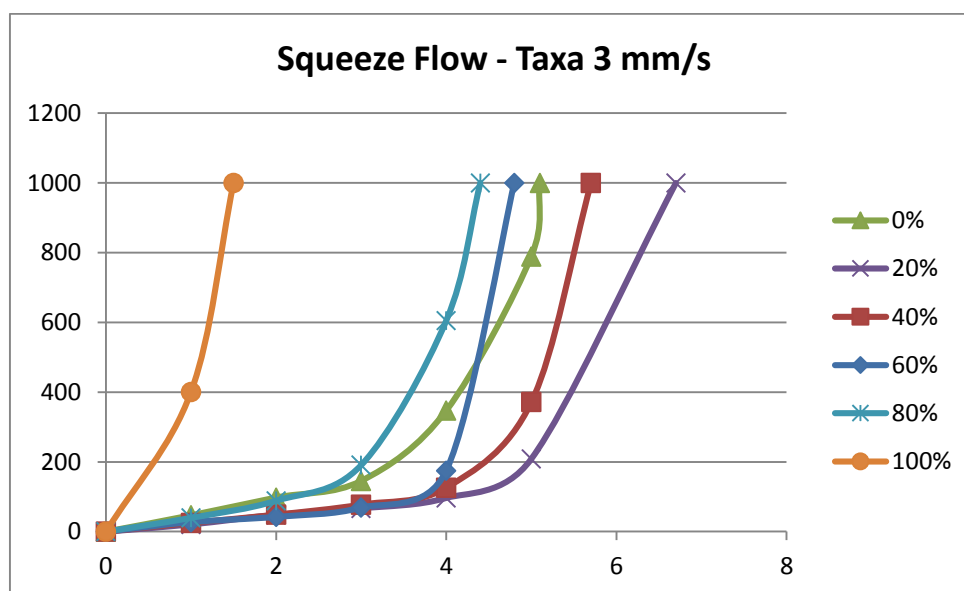
TABELA 7. Resultados abatimento 280mm (+-5mm)

| Abatimento (mm) | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| - | R-00 | E-20 | E-40 | E-60 | E-80 | E-100 |
| 1 | 284,1 | 280,2 | 282,5 | 287,2 | 281,2 | 274,4 |
| 2 | 283,6 | 281,1 | 281,6 | 278,9 | 278,3 | 284,7 |
| 3 | 280,9 | 283,7 | 287,1 | 280,1 | 276,7 | 279,3 |
| Médio | 281,7 | 283,7 | 282,1 | 280,9 | 278,7 | 279,5 |

Fonte: Autoria própria

Os resultados mostrados no Gráfico 1. Squeeze-Flow) são referentes ao ensaio de *squeeze-flow* (aperta e flui) realizados nas argamassas ainda no estado fresco, com base na NBR 15839 (ABNT, 2010), que mostra que quanto maior o teor de substituição de areia de rio por areia de britagem, mais a argamassa tende a perder as características de trabalhabilidade. Numa linguagem de obra, tem-se que a argamassa, na hora de chapar, apresentaria maior dificuldade. Sobre o Gráfico 1. Squeeze-Flow), ainda se pode afirmar que a argamassa com 100 por cento de substituição apresentou a menor trabalhabilidade entre todas. Além de apresentar uma menor deformação, as argamassas com 00, 20, 40 e 60 por cento de substituição apresentaram deformações próximas.

GRÁFICO 1. Squeeze-Flow

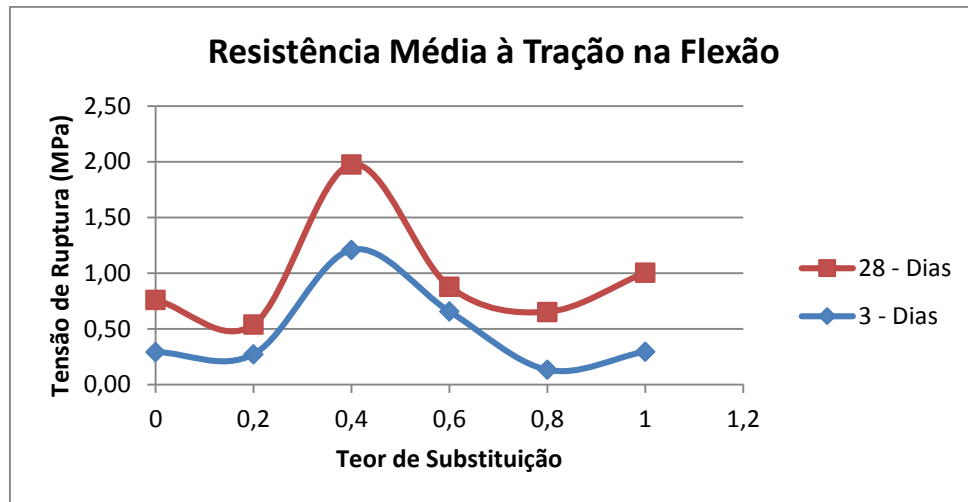


Fonte: Autoria Própria

Nos Gráficos 2 e 3, respectivamente, são mostrados os resultados de rompimento à tração na flexão e compressão axial das argamassas, realizados com base na NBR 13279 (ABNT, 2005), que mostra que o teor de substituição de 40 por cento

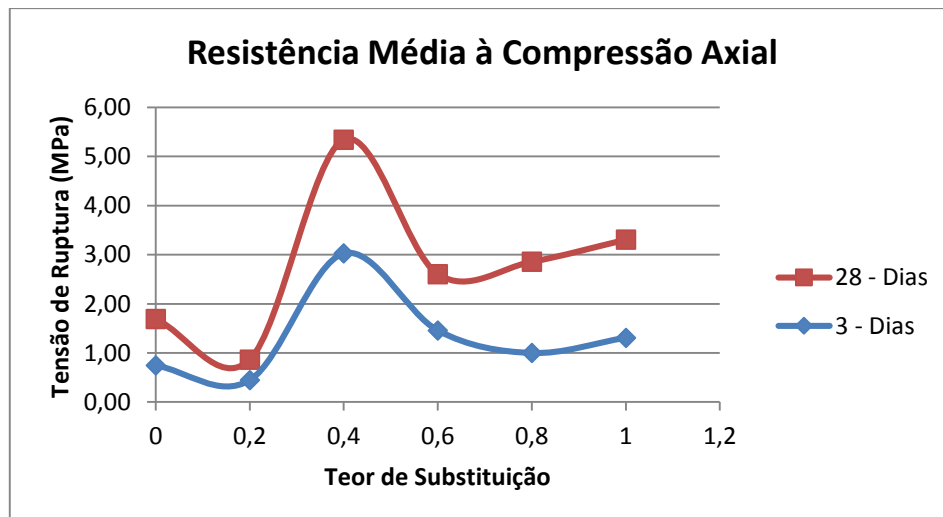
de areia de rio, por areia de britagem, mostrou ser uma argamassa que apresenta uma boa resistência mecânica. Diante deste fato foi escolhida a argamassa E-40 para aplicação na superfície e para realização do ensaio de arrancamento. Na Imagem 3, foram registradas as fotos das argamassas antes dos rompimentos, nas idades de 3 e 28 dias.

GRÁFICO 2. Resistência à Tração na Flexão



Fonte: Autoria própria

GRÁFICO 3. Resistência à Compressão Axial

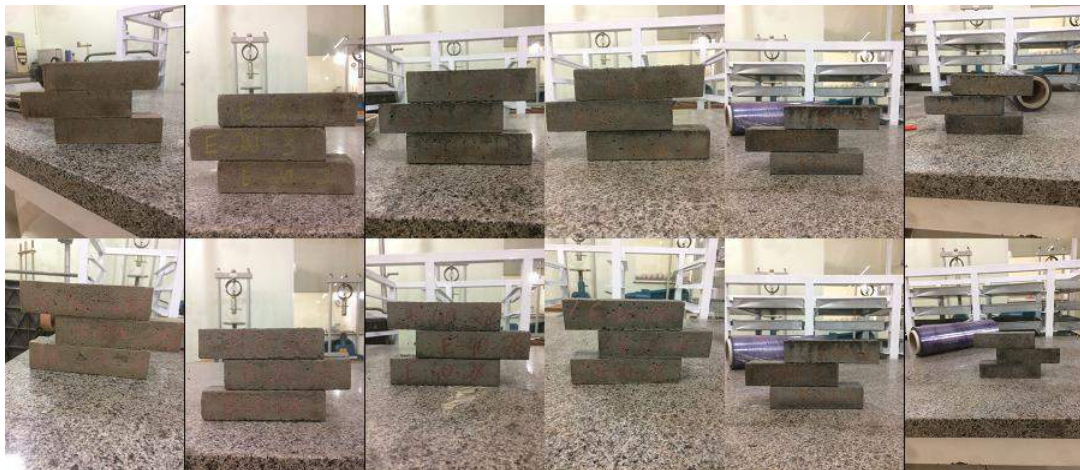


Fonte: Autoria Própria

Quando analisamos os resultados dos ensaios mecânicos de compressão axial e de tração na flexão, pode-se observar que a argamassa com 40 por cento de substituição (E-40) conseguiu um desempenho melhor que a própria argamassa de

referência (R-00). Este fato pode ser explicado pela própria constituição da areia de britagem, que apresenta um menor índice de vazios, e também pela provável combinação do teor máximo de substituição que atenda aos requisitos de norma. Esta seria uma sugestão de pesquisa para um próximo trabalho: analisar fatores como clima, método de amassamento, ou até mesmo uma combinação da finura da areia de rio com os grãos finos da areia de britagem, que deixaram a qualidade de argamassa maior.

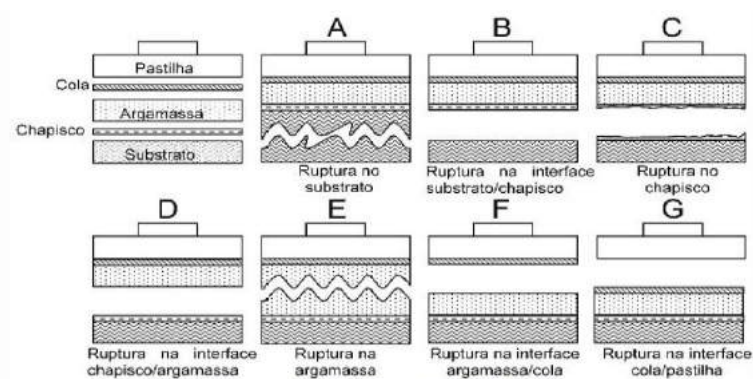
IMAGEM 3. Argamassas antes do rompimento



Fonte: Autoria própria

Os resultados do ensaio de arrancamento, normatizados pela NBR 13528 (ABNT, 2010) podem ser vistos nas Tabela 8 e 9. Esta norma também prescreve que o valor adotado de resistência de aderência à tração é proporcional ao tipo de rompimento, classificando-os em A, B, C, D, E, F e G, conforme indicado pela Figura 1. Com base nos resultados dos arrancamento, pode-se avaliar que a argamassa de referência ainda apresentou resultados inferiores ao da argamassa dosada experimentalmente.

Figura 1. Tipos de Rompimento



Fonte: Autoria própria

TABELA 8. Arrancamento Traço R-00

| R-00 | d1 (cm) | d2 (cm) | d médio (cm) | Local bloco/junta | Carga ruptura (Kgf) | Tensão ruptura (MPa) | Su b. | Sub/C hap |
|----------------|------------|------------|-----------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| CP-1 | 4,98 | 4,99 | 4,99 | Bloco | 11 | 0,06 | x | |
| CP-2 | 5,02 | 4,97 | 5,00 | Bloco | 35 | 0,18 | x | |
| CP-3 | 5,01 | 4,95 | 4,98 | Bloco | 40 | 0,20 | x | |
| CP-4 | 5,00 | 4,98 | 4,99 | Bloco | 14 | 0,07 | x | |
| CP-5 | 5,01 | 4,96 | 4,99 | Bloco | 43 | 0,22 | x | |
| CP-6 | 5,00 | 4,95 | 4,98 | Bloco | 54 | 0,27 | x | |
| CP-7 | 4,97 | 5,00 | 4,99 | Bloco | 55 | 0,28 | x | |
| CP-8 | 4,99 | 4,99 | 4,99 | Bloco | 44 | 0,22 | x | |
| CP-9 | 4,99 | 5,01 | 5,00 | Bloco | 23 | 0,11 | x | |
| CP-10 | 5,01 | 5,04 | 5,03 | Bloco | 63 | 0,31 | x | |
| CP-11 | 4,98 | 5,01 | 5,00 | Bloco | 18 | 0,09 | x | |
| CP-12 | 5,01 | 4,94 | 4,98 | Bloco | 29 | 0,15 | x | |
| CP-13 | 5,00 | 4,98 | 4,99 | Bloco | 19 | 0,10 | x | |
| Média : | | | | | | 0,17 | | |

Fonte: Autoria própria

TABELA 9. Arrancamento Traço E-40

| E-40 | d1 (cm) | d2 (cm) | d medio (cm) | Local bloco/junta | Carga ruptura (Kgf) | Tensão ruptura (MPa) | Su b. | Sub/C hap |
|----------------|------------|------------|-----------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| CP-1 | 4,99 | 4,98 | 4,99 | Bloco | 54 | 0,27 | x | |
| CP-2 | 5,01 | 4,99 | 5,00 | Bloco | 58 | 0,29 | x | |
| CP-3 | 5,00 | 4,97 | 4,99 | Bloco | 72 | 0,36 | | x |
| CP-4 | 5,02 | 4,99 | 5,01 | Bloco | 41 | 0,20 | x | |
| CP-5 | 5,04 | 4,98 | 5,01 | Bloco | 15 | 0,07 | x | |
| CP-6 | 5,00 | 4,97 | 4,99 | Bloco | 55 | 0,28 | x | |
| CP-7 | 4,98 | 5,00 | 4,99 | Bloco | 50 | 0,25 | x | |
| CP-8 | 4,99 | 4,98 | 4,99 | Bloco | 48 | 0,24 | x | |
| CP-9 | 4,99 | 5,00 | 5,00 | Bloco | 39 | 0,20 | x | |
| CP-10 | 5,01 | 5,00 | 5,01 | Bloco | 12 | 0,06 | x | |
| CP-11 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | Bloco | 10 | 0,05 | x | |
| CP-12 | 5,01 | 4,99 | 5,00 | Bloco | 33 | 0,16 | x | |
| CP-13 | 5,01 | 4,98 | 5,00 | Bloco | 66 | 0,33 | x | |
| Média : | | | | | | 0,21 | | |

Fonte: Autoria própria

Analisando e discutindo os resultados de arrancamento de argamassa, pode-se concluir que ambas as argamassas, assim como já era esperado, conseguiram resistências bem próximas umas das outras, podendo-se dizer que o teor de substituição de 40 por cento de areia de rio por areia de britagem não está diretamente ligado à resistência de arrancamento. Conclui-se também que o modelo de arranque das argamassas se deu em grande maioria no substrato (peça cerâmica), mostrando que mesmo após a substituição da areia convencional por areia de britagem, a argamassa conseguiu manter suas características mecânicas.

IMAGEM 4. Ensaio de arrancamento



Fonte: Autoria própria

7. CONCLUSÃO

A revisão da literatura mostrou que o tema estudado representa uma importância grande para a construção civil, visto que a sustentabilidade é algo que se procura com grande demanda nos dias atuais. Além disso, foi possível fazer um aprofundamento maior no tema e um melhor conhecimento sobre os materiais, aliando a prática com a teoria, já que o tempo todo se esteve em contato direto com os materiais.

Em ambiente laboratorial, a caracterização física dos materiais, com base nas normas, foi realizada. Com base nos resultados obtidos, observa-se que as características da areia fina e da areia de britagem, em alguns pontos, são próximas.

A pesquisa pode revelar algumas características das argamassas com substituição de areia natural por areia de britagem. Neste trabalho, foram mais aprofundados os estudos referentes à resistência mecânica das argamassas. Sobre os resultados obtidos, o traço considerado trabalhável, que atende às normatizações, foi o traço E-40, com a substituição de 40 por cento de areia de rio por areia de britagem.

Os resultados mostram que uma correta dosagem e uma utilização de um material antes não aproveitado se completam, buscando uma das soluções para a sustentabilidade que o ser humano tanto busca. A pesquisa ainda pode se apresentar como mecanismo de suporte tecnológico para futuras pesquisas.

Como sugestão para uma pesquisa próxima, sugere-se realizar ensaios com diferentes tipos de dosagens, além das aqui estudadas, incorporar o uso de algum aditivo, a fim de melhorar as características mecânicas e físicas das argamassas, e realizar todos ensaios possíveis, conseguindo resultados ainda melhores.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Guia básico de utilização do cimento Portland. 7 ed. São Paulo, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR NM 23*: cimento Portland e outros materiais em pó: determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001a.

_____. *NBR NM 45*: agregados: determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. *NBR NM 46*: agregados: determinação do material fino que passa através da peneira de 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003a.

_____. *NBR NM 248*: agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003b.

_____. *NBR 12127*: gesso para construção civil: determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2017.

_____. *NBR 13276*: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: preparo da mistura e determinação do índice de consistência index. Rio de Janeiro, 2016a.

_____. *NBR 13279*: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos:

determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005d.

_____. *NBR 13281*: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos. Rio de Janeiro, 2005f.

_____. *NBR 15258*: argamassa para revestimentos de paredes e tetos: determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005g.

_____. *NBR 15839*: argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método *squeeze-flow*. Rio de Janeiro, 2010.

ALMEIDA, S. L. M.; SAMPAIO, J. A. Obtenção de Areia Artificial com base em finos de pedreiras. *Revista Areia e Brita*, São Paulo, 2002.

ALMEIDA, S. L. M.; SILVA, V. S. Areia artificial: uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados. *Anais do II SUFFIB –Seminário: O uso da fração fina da britagem*. São Paulo, 2005. Disponível em: <seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/5047/4719>. Acesso em: 25 fev. 2017.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. CBID: *Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção*. Nova Lima, 2012. Disponível em: <www.cbic.org.br/.../Guia_de_Boas_Praticas_em_Sustentabilidade_CBIC_FDC.pdf>. Acesso em 25 fev. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. *DNER-ME 194/98*: agregados: determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me194-98.pdf>>. Acesso em 27 fev. 2016.

FIORITO, Antonio J. S. I. *Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução*. 2. ed. São Paulo, Pini, 2009.

HOLSBACH, T. S. *Avaliação da substituição da areia natural por areia artificial em argamassa de cimento cal e areia para assentamento*. TCC – Trabalho de Conclusão de Curso. Unijuí, Ijuí, 2004.

JOHN, V. M. *O meio ambiente e a reciclagem*. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2017.

KAMOGAWA, L. F. O. *Crescimento econômico, uso dos recursos naturais e degradação am-*

biental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, 2003. 121 p.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. *Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil*. Teresina, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

MENOSSE, R. T. *Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, São Paulo, 2004.

NAKAMURA W. T. *et al. Determinação da estrutura de capital no mercado brasileiro*, v. 2. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v18n44/a07v1844.pdf>>. Acesso em 25 fev. 2017.

PAIVA, P.R. *Contabilidade ambiental: evidenciação dos gastos ambientais com transparência e focada na prevenção*. São Paulo, Atlas, 2003.

PELISSER F., JUNIOR J.J.N. *Efeito do pó de pedra em argamassa para alvenaria estrutural*: Unesc Santa Catarina, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1724/1/Jurandi%20Jos%C3%A9%20Nunes%20Junior.pdf>>. Acesso em 25 fev. 2017.

SANTOS, LIRA e RIBEIRO. *Argamassa com substituição de agregado natural por resíduo de britagem de granito*. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/7238/pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SANTOS, Milton. *Técnica, espaço e tempo: globalização e meio técnico-científico*. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SILVA, N.; CAMPITELI, V.; GLEIZE, P. J. P. Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia de britagem de rocha calcária, in: *Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas*. Recife, 2007. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ngsilva/links-2/noticias/A1289_SBTA2007_Argamassa.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SILVA, N. G. *Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária*. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/4660/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20MESTRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SILVA, N. G.; BUEST, G.; CAMPITELI, V. C. Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas, in: *Simpósio 284 Brasileiro de Tecnologia de Ar-*

gamassas, VI Florianópolis, 2005. *Anais ANTAC*, 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rmat/v21n3/1517-7076-rmat-21-03-00714.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2017.

World Business Council for Sustainable Development – WBCSD: *The cement sustainability initiative, our agenda for action*. Inglaterra, 2002. Disponível em: <www.wbcsdcement.org/pdf/agenda_po.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2017.

Análise de patologias e de desempenho de revestimentos de placas cerâmicas

Analysis of pathologies and performance of ceramic tile coatings



Thaís Duarte Sousa França

Graduanda do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). e-mail: thaisdfranca@gmail.com

Rogério Borges Vieira

Engenheiro Civil, Professor do UNIPAM. e-mail: rogeriobv@unipam.edu.br

Douglas Ribeiro Oliveira

Engenheiro Civil, Professor do UNIPAM. e-mail: douglasribeirooliveira93@gmail.com

RESUMO: O uso de revestimentos cerâmicos passou a ser comumente utilizado na construção civil, por eles serem resistentes e permitirem uma variedade na estética devido a várias estampas produzidas. A escolha do revestimento cerâmico é um fator de importância, visto que sua principal função é proteger a estrutura. Em decorrência de falhas de projeto, de execução e de utilização de materiais de baixa qualidade, ocorrem as manifestações patológicas que diminuem o desempenho e o tempo de vida útil da estrutura. Este trabalho pretende analisar três obras públicas, situadas na cidade de Patos de Minas, aplicando uma avaliação qualitativa, através da observação visual das condições dos revestimentos cerâmicos. Com os dados encontrados e os resultados para análise, foram usadas as correlações tabeladas de classes de valores para cada estrutura. Observou-se que 65% dos ambientes estudados apresentaram descolamentos e destacamentos de placas cerâmicas, 17%, de fissuras, trincas, e gretamentos, 15% das manifestações se deram por deterioração das juntas, e 3% por manchas e umidades. A maioria dos problemas ocorreu próximo ao piso, correspondendo a 67% das observações, o que pode ser oriundo da presença de capilaridade e da dificuldade para assentamento das placas cerâmicas pela mão de obra.

PALAVRAS-CHAVE: Placas cerâmicas. Manifestações patológicas. Observação visual.

ABSTRACT: The use of ceramic tiles became commonly used in civil construction, because they are resistant and allow a variety in aesthetics, due to several prints produced. The choice of the ceramic coating is a factor of importance since its main function is to protect the structure. As a result of poor design, execution and use of materials, the pathological manifestations decrease the performance and the life time of the structure. This work intends to analyze three public works, located in the city of Patos de Minas, applying a qualitative evaluation, through the visual observation of the conditions of the ceramic coverings. With the data found and results for the analysis, we used the tabulated correlations

of classes of values for each structure. It was observed that 65% of the environments studied showed ceramic tiling detachments, 17% of cracks and fissures, 15% of the occurrences were due to deterioration of the joints, and 3% due to damp stains and humidities. Most of the problems occurred near the floor, corresponding to 67% of the observations, which may be due to the presence of capillarity and the difficulty of laying ceramic tiles by the workforce.

KEYWORDS: Ceramic plates. Pathological manifestations. Visual observation.

INTRODUÇÃO

Uso de revestimentos cerâmicos como material de acabamento passou a ser comumente encontrado na construção civil. Em obras residenciais e comerciais eles têm sido frequentemente utilizados, por serem resistentes, economicamente viáveis, permitindo ainda uma grande variedade estética devido às estampas produzidas.

A escolha do revestimento cerâmico é um fator de importância, uma vez que o revestimento cerâmico tem como principal função proteger a estrutura. Para assentar o revestimento cerâmico, é necessário observar as normas técnicas e recomendações dos fabricantes, que, se negligenciadas, podem resultar em baixa durabilidade e surgimento de manifestações patológicas deletérias.

Para o orçamento e manutenção de uma obra, é necessário saber a vida útil do material a ser utilizado e seu desempenho. Por vida útil entende-se o período em que as propriedades do material estão acima dos limites mínimos estabelecidos. O desempenho é uma propriedade ligada ao comportamento em serviço de cada produto durante um tempo de vida útil. No entanto, as estruturas se deterioram mesmo quando estão em um programa de manutenção definido; assim, o ponto em que cada material atinge níveis insatisfatórios varia para cada tipo de material utilizado (RIPPER; SOUZA, 1998).

Usa-se o termo *patologia das construções* para designar tais manifestações ocorridas em decorrência de falhas de projeto, falhas de execução, má utilização da obra e má qualidade dos materiais. O fato de uma estrutura apresentar um ou mais problemas patológicos, podendo ocorrer em qualquer estrutura, na fase de construção ou na pós-entrega do empreendimento, não consta necessariamente na condenação de uma obra. A recuperação de uma estrutura com manifestações patológicas deve ser feita por um estudo minucioso para se saber qual tipo de tratamento é o mais eficiente (VIEIRA, 2016).

Com o propósito de ter um menor número de problemas com as manifestações patológicas de revestimento, é necessário que se tenha um estudo da obra e um planejamento de cada etapa. A qualidade no projeto especifica que, nessa etapa, são estabelecidas as condições necessárias para o desenvolvimento, com a conclusão de qual método a ser utilizado, quais os fins da edificação e detalhes

construtivos. A qualidade na aquisição de materiais visa o reconhecimento e o controle de qualidade dos materiais a serem utilizados. Ao longo da execução da obra, é necessário ter um conjunto de planejamento, organização, mão de obra qualificada, elementos que vão influenciar diretamente na qualidade final da construção (RIPPER; SOUZA, 1998).

REFERENCIAL TEÓRICO

O método originalmente oferecido pelo FIB (*International Federation for Structural Concrete*), para estruturas de concreto, foi proposto para a avaliação de uma quantidade de estruturas, pontes e viadutos, de obras públicas da Europa, para identificar os casos de deterioração através de um índice de danos e um fator de deterioração.

Taguchi (2010) adaptou em sua dissertação o método para avaliação de vedações verticais em alvenaria de blocos ou tijolos cerâmicos baseado em inspeções visuais, qualificando e classificando, através das seguintes fases: observação visual e verificação das condições existentes; identificação das regiões dos elementos mais danificados e determinação da extensão do dano; determinação de um índice numérico para os danos no elemento ou no conjunto; e avaliação quanto a segurança.

Desta maneira, os resultados obtidos por Taguchi, mesmo com pequeno número de estudos de casos, demonstraram a facilidade e a coerência dos índices de performance obtidos e a proximidade das intervenções adotadas ou a serem adotadas. Assim, ele obteve a aplicabilidade nos meios técnicos pela facilidade de elaboração, interpretação dos resultados e padronização do método, além de fornecer a possibilidade de uma avaliação mais aprofundada sem o uso de equipamentos ou outros tipos de exames mais específicos e detalhados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram identificadas três obras públicas para avaliação, cada uma com um pavimento tipo, e o primeiro procedimento adotado foi a observação visual, com verificação das condições das placas cerâmicas.

A primeira obra é de uma unidade básica de saúde, com um pavimento tipo e com área construída de 491,78m². O sistema construtivo foi de lajes nervuradas, alvenarias de tijolo cerâmico e cobertura com telhas cerâmicas. Sua data de conclusão foi 2015. Foram analisados dois ambientes internos que utilizavam revestimento com placas cerâmicas.

A segunda obra é de uma unidade básica de saúde, com um pavimento tipo e com área construída de 614,53m². Sua data de conclusão foi dezembro de 2016. Foram analisados sete ambientes internos que utilizavam revestimento com placas cerâmicas.

A terceira obra é um espaço de educação infantil, com um pavimento tipo e com área construída de 1.323,58m². O sistema construtivo foi de uma estrutura de concreto para toda edificação, paredes em alvenaria de blocos cerâmicos comuns, lajes pré-moldadas e telhas cerâmicas. Sua data de conclusão foi 2012. Foram analisados nove ambientes internos e externos que utilizavam revestimento com placas cerâmicas.

Nas três obras, cada alvenaria revestida com placas cerâmicas foi considerada como um elemento de análise e foi determinado um índice de performance do elemento, para os danos de cada elemento, baseado na soma dos fatores para cada tipo de dano dos dados coletados, com base na equação 1 (FIB *apud* TAGUCHI, 2010):

$$IP = \Sigma Bi \times K1i \times K2i \times K3i \times K4i \quad (1)$$

Em que:

IP – índice de performance do elemento;

Bi – valor básico associado ao tipo de dano;

K1i – fator da importância do elemento de vedação;

K2i – fator indicativo da intensidade do dano;

K3i – fator indicativo da extensão do dano;

K4i – fator indicativo da urgência de intervenção para o dano.

O parâmetro Bi expressou o valor da importância relativa do tipo de dano em relação aos demais inspecionados com relação à segurança e/ou durabilidade do elemento inspecionado. A figura 1 representa a classe de severidade e o valor para Bi.

FIGURA 1. Classe de severidade

| Ítem | Tipo de Dano | Bi | Classe de Severidade | | | |
|------|---------------------|----|----------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | 5 ~10% | 11 ~30% | 31 ~ 50% | > 50% |
| 1 | Umidade | 1 | leve, aparente | leve, aparente | localizadas | extensas infiltrações |
| 2 | Manchas | 1 | leve, aparente | presença de fungos, mofos | pintura, textura desagregadas | extensas manchas de fungos, mofos |
| 3 | Destacamentos | 2 | leve, aparente | leve desagregação da textura | arestas e cantos danificados | separação do revestimento cerâmico |
| 4 | Fissuras/ trincas | 2 | eventual fissura | fissuras visíveis | trincas visíveis a olho nu | trincas extensas |
| 5 | Deterioração juntas | 2 | leve, aparente | leve desagregação | localizadas | extensas |

Fonte: Adaptado de GASPAR *apud* TAGUCHI, 2010

Na presente pesquisa considerou-se que as trincas/fissuras e os destacamentos possuíam importância relativa superior à umidade e às manchas, portanto, foi adotado um valor maior para Bi.

O parâmetro K1i expressou a importância do elemento dentro do contexto da edificação ou de uma de suas partes. O fator de importância da alvenaria com

revestimentos de placas cerâmicas de ambientes externos é igual ao das alvenarias com revestimentos de placas cerâmicas de ambientes internos. Na presente pesquisa, as alvenarias inspecionadas foram consideradas convencionais, portanto, com importância igual e fator de importância unitária. O parâmetro $K2i$ expressou a grau de danos em cada elemento conforme a figura 2.

FIGURA 2. Grau de danos

| Grau de Danos | Critério | $K2i$ |
|----------------------|--|-------|
| Não detectado | Não detectado na inspeção visual | 0 |
| Inicial, baixo | Danos em pequenas dimensões | 0,5 |
| Médio, em propagação | Danos em médias dimensões | 1 |
| Alto | Danos em grandes dimensões ou em grandes áreas do elemento | 1,5 |
| Crítico | Danos muito grandes, aparentes na maior parte do elemento | 2 |

Fonte: FIB *apud* TAGUCHI, 2010

O grau de danos foi determinado através de critério da avaliação visual e variando em quatro escalas de valores, $K2i = 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0$.

A figura 3 demonstrou o fator indicativo da extensão de danos.

FIGURA 3. Extensão de danos

| Critério | $K3i$ |
|---|-------|
| Danos confinados em um ambiente | 0,5 |
| Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação, < 25% | 1 |
| Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação, 25~75% | 1,5 |
| Danos aparentes na maioria dos elementos da mesma edificação, < 75% | 2 |

Fonte: FIB *apud* TAGUCHI, 2010

O fator $K3i$ foi um fator indicativo da extensão dos danos na mesma alvenaria com revestimento cerâmico, e foi considerado o critério descritivo, variando em quatro escalas de valores, $K3 = 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0$. A figura 4 demonstrou a urgência de intervenção.

FIGURA 4. Urgência de intervenção

| Critério | $K4i$ |
|--|-------|
| Intervenção não necessária, pois os danos não afetam segurança, estética e durabilidade | 1 |
| Danos devem ser reparados dentro de um pequeno tempo, para prevenção da durabilidade, segurança e estética | 2 |
| Reparos imediatos, pois, estão afetando a segurança, servicibilidade | 3 a 4 |
| Interdição temporária ou limitação de tráfego | 5 |

Fonte: FIB *apud* TAGUCHI, 2010

O parâmetro K4i indicou a urgência de intervenção variando de 1 a 5, com 4 indicativos: grau de deterioração, consequências, segurança dos elementos e usuários e forma de intervenção

Após calculado o valor do índice de performance do elemento, ele foi classificado de acordo com a figura 5.

FIGURA 5. Classe de deterioração IP

| CLASSE | Descrição da Deterioração | IP - índice de performance do elemento |
|--------|------------------------------|--|
| I | Sem danos | 0 à 5 |
| II | Baixo grau de deterioração | >5 à 10 |
| III | Médio grau de deterioração | >10 à 15 |
| IV | Alto grau de deterioração | >15 à 25 |
| V | Grave grau de deterioração | >25 à 35 |
| VI | Crítico grau de deterioração | >35 |

Fonte: Adaptado de FIB *apud* TAGUCHI, 2010

Os elementos foram divididos por classes através do valor do índice do elemento, sendo a classe I – sem danos, classe II – baixo grau de deterioração, classe III – médio grau de deterioração, classe IV – alto grau de deterioração, classe V – grave grau de deterioração e classe VI – crítico grau de deterioração para cada elemento.

O instrumento de coleta de análise de dados foi feito através da observação natural. A coleta de dados foi realizada em agosto de 2017, pela própria pesquisadora na cidade de Patos de Minas.

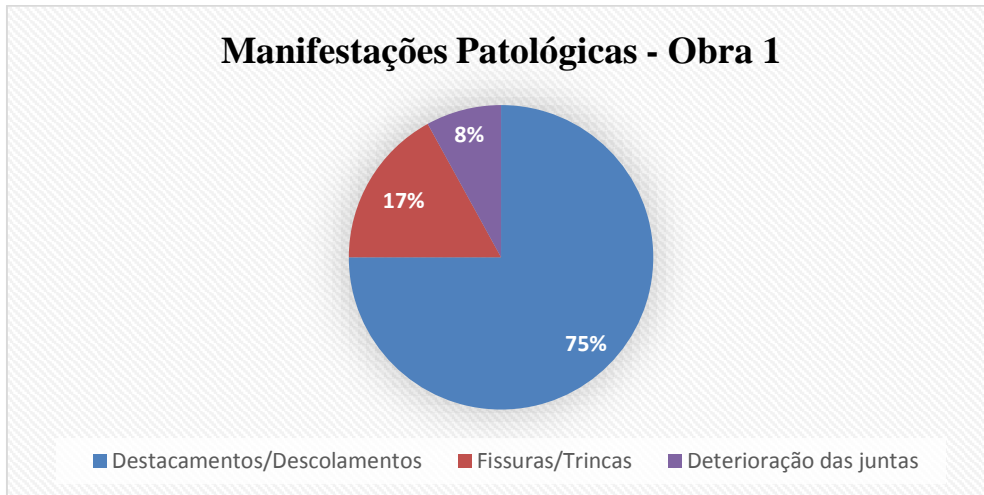
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na obra 1, foram presentes as manifestações patológicas fissuras, deterioração das juntas e destacamentos, e os elementos obtiveram as classes II e III, com relação a um baixo grau de deterioração e médio grau de deterioração, respectivamente. Os danos devem ser reparados dentro de um médio a curto tempo, para a prevenção da durabilidade, estética e higiene, uma vez que nos lugares onde há destacamentos, pode haver o acúmulo de animais e deve-se manter a segurança e a higiene dos ambientes, principalmente devido ao uso dado para a edificação.

Todos os ambientes avaliados na obra 1 foram ambientes internos e, assim, observa-se que 75% das manifestações foram destacamentos próximos ao piso, 17% foram fissuras próximas ao piso, e 8% foram relativas à deterioração das juntas. No gráfico 1, é possível perceber visualmente a majoritária presença de manifestações do tipo descolamento. Devido à inúmera presença de descolamentos de placas cerâmicas, é simples supor que houve utilização de argamassa colante e/ou

espessura não apropriada, ou ainda preparo indevido das placas cerâmicas quanto ao procedimento de colagem.

GRÁFICO 1. Distribuição das manifestações patológicas na obra 1



Fonte: autores (2017)

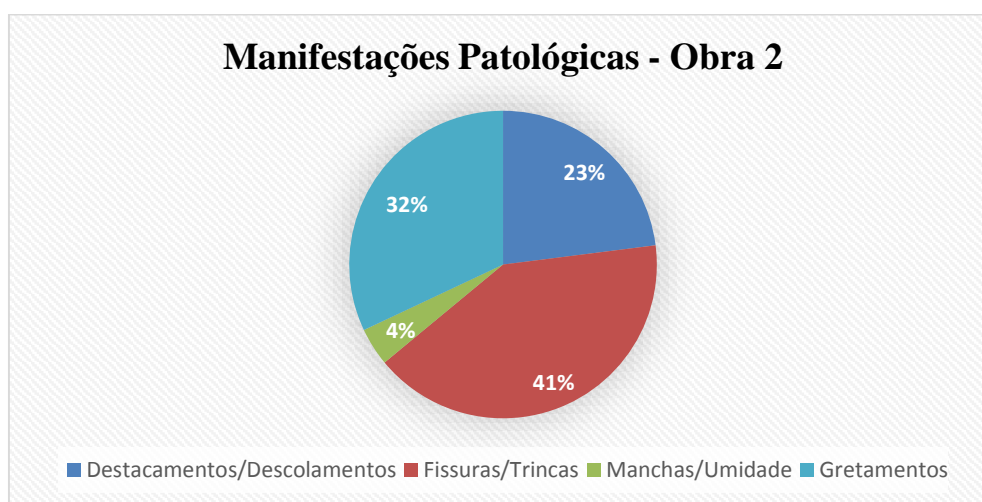
Observa-se um número considerável de manifestações patológicas e uma maior preocupação nesses ambientes, pois a classe III representa um médio grau de deterioração da estrutura, uma redução da funcionalidade e da durabilidade dessa obra, e por estarem em condições mais favoráveis aos ambientes externos, há uma preocupação no processo relacionado à falta de planejamento, aos materiais escolhidos e ao controle de execução que foi feito em relação ao cumprimento das normas específicas. Em relação à altura, 100% das manifestações patológicas ocorreram em uma altura baixa, próximas ao chão.

Na obra 2, as manifestações patológicas presentes foram gretamentos, fissuras, trincas, umidade, mancha e destacamentos. Os elementos obtiveram as classes I e II, sem danos e com um baixo grau de deterioração respectivamente. Na classe I, as manifestações encontradas não afetam a segurança, durabilidade e estética, realizada no momento da avaliação.

Os ambientes avaliados na obra 2 foram ambientes internos, e observa-se que 36% das manifestações presentes são de fissuras, seguidos de 32% de gretamentos, 23% de destacamentos, 5% representam as trincas e 4%, a mancha. Mesmo a obra 2 apresentando classes de deterioração I, com apenas deficiências construtivas, e classe II, com um baixo grau de deterioração, há uma grande porcentagem de manifestações, tendo em vista o tempo recente de entrega da obra, e considerando que foram estudados sete ambientes com revestimentos cerâmicos. Assim, é necessário um programa de manutenção periódica definida, para que sejam pro-

gramados meios para correção dos danos ocorridos, através de um acompanhamento com responsável técnico, pois assim irão garantir o desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, um prolongamento da vida útil da obra. Em relação à altura, 68% das manifestações patológicas ocorreram em altura média, 23% em altura baixa e 9% em altura alta. No gráfico 2 estão expostos os percentuais de cada vício construtivo mencionado.

GRÁFICO 2. Distribuição das manifestações patológicas na obra 2



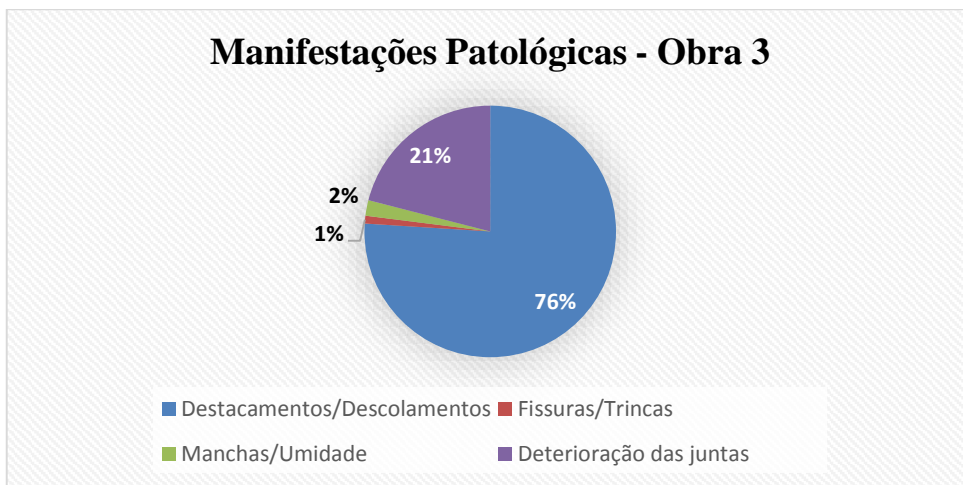
Fonte: autores (2017)

Na obra 3, os elementos apresentaram classes I, II e VI. Os elementos que apresentaram classe I, sem danos, referem-se a falhas construtivas. Os elementos que obtiveram classe II devem ser reparados dentro de um prazo adequado para sua funcionalidade e durabilidade serem atendidas. Para os elementos que obtiveram classe VI, com um crítico grau de deterioração, existe uma elevada/total redução da funcionalidade, e o local deve ser urgentemente isolado e interditado para reparos imediatos (SILVA, 2014).

Os ambientes avaliados na obra 3 foram ambientes internos e externos, e observa-se que 54% dos ambientes estudados apresentaram descolamentos de placas cerâmicas, seguidos de 22% de destacamentos, 21% de deterioração das juntas e 3% representam manchas, umidade e fissuras, como se observa no gráfico 3 (na página seguinte).

Destaca-se que nas áreas externas, obtém-se grande complexidade do elemento, visto que recebem grandes influências de variações de temperaturas, raios solares, chuvas, ventos etc., e assim, devem ser inspecionadas em um menor curto prazo de tempo, para avaliação da funcionalidade. Em relação à altura, 67% das manifestações patológicas ocorreram em uma altura baixa e 33%, em altura média.

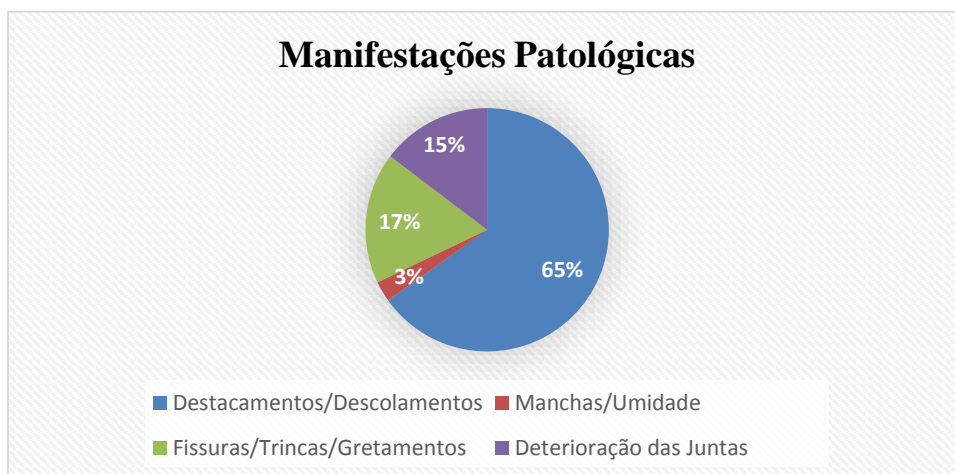
GRÁFICO 3. Distribuição das manifestações patológicas na obra 2



Fonte: autores (2017)

Os ambientes avaliados nas três obras foram ambientes internos e externos, e depreende-se da análise geral das obras que 65% dos ambientes estudados apresentaram descolamentos/destacamentos de placas cerâmicas, seguidos de 17% de fissuras, trincas, gretamentos, 15% representam a deterioração das juntas, e 3% representam as manchas e as umidades, como apresentado no gráfico 4.

GRÁFICO 4. Distribuição das manifestações patológicas presentes nas três obras



Fonte: autores (2017)

Na Figura 1, são exibidos os problemas de descolamentos e destacamentos das placas cerâmicas, que representaram o maior número de manifestações patológicas e o maior percentual de área afetada. A principal suspeita para causa do

problema é a utilização de argamassa inadequada, com baixa resistência mecânica, e o modo de assentamento. Na Figura 1, é possível perceber que os cordões de argamassa não foram dispostos de forma linear, tratando-se de um erro de assentamento que reduz a tensão de aderência resultante do sistema.

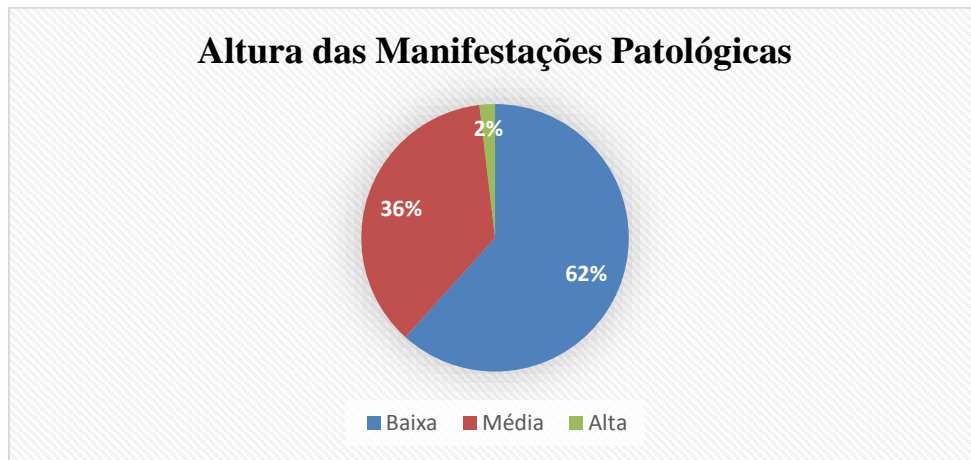
FIGURA 1. Distribuição das manifestações patológicas presentes nas três obras



Fonte: autores (2017)

O gráfico 5 representa a porcentagem da altura das manifestações patológicas em relação ao pé direito presentes nas três obras estudadas.

GRÁFICO 5. Distribuição da altura das manifestações patológicas presentes nas três obras



Fonte: autores (2017)

Segundo Netto (2015), as tarefas de aplicação da cerâmica apontam que, na maioria das posições assumidas pelos assentadores, são necessárias correções, principalmente as que exigem agachamento. Ainda segundo o autor, a aplicação da cerâmica em parede apresenta um maior grau de desconforto. A diminuição do tempo do trabalhador, alternando com tarefas que exijam menos solicitações, treinamentos periódicos quanto à realização de trabalhos de forma adequada podem contribuir na correção geral das condições a que estão submetidos.

Portanto, a ergonomia do assentador interfere na qualidade, sendo esperada maior quantidade de defeitos nas partes baixas, como foi apresentado no gráfico 2.

CONCLUSÃO

O método qualitativo proposto através da observação visual mostrou-se adequado para esse tipo de situação, e pode ser utilizado como uma ferramenta para análise da degradação das estruturas. Observou-se uma grande incidência de manifestações patológicas em revestimentos com placas cerâmicas: 65% dos ambientes estudados apresentaram descolamentos/destacamentos de placas cerâmicas, seguidos de 17% de fissuras, trincas, gretamentos e 15% representam a deterioração das juntas, e 3% representam as manchas e as umidades. Assim, resultados obtidos através do método de índice de performance do elemento permite a avaliação geral da condição da obra, por diversos profissionais, chegando-se a resultados padronizados e próximos, coerentes com o nível da estrutura sem a necessidade de altos custos de equipamentos, ensaios em laboratórios, e com uma avaliação de forma rápida.

O desempenho, que é o resultado das etapas de projeto, construção e manutenção dos revestimentos de placas cerâmicas nas três obras estudadas, apresentou-se de forma negativa, uma vez que se obteve uma grande ocorrência de manifestações patológicas nos ambientes internos e externos. Na obra 1, os elementos obtiveram classe II e classe III, 68% das manifestações patológicas ocorreram em altura baixa. Na obra 2, os elementos obtiveram as classes I e II, e 68% das manifestações patológicas ocorreram em altura média. Na obra 3, os elementos apresentaram, classes I, II, VI, e 67% das manifestações patológicas ocorreram em uma altura baixa.

Pode-se concluir que a durabilidade das obras estudadas depende dos programas de manutenção que as obras recebem, as quais muitas vezes não ocorrem nos intervalos de tempos corretos, e assim acabam dando lugar a manutenção corretiva, quando acontece o surgimento de problemas mais graves, como se observou nas obras estudadas.

REFERÊNCIAS

NETTO, Ezequiel Pinto da Silva. *Análise das condições ergonômicas de trabalho em atividades típicas na execução de revestimentos em superfícies verticais de edificações*. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2002/1/CT_PPGE_C_M_Silva_Netto,_Ezequiel_Pinto_da_2015.pdf>. Acesso em: 26 set. 2017.

RIPPER, Thomaz; SOUZA, Vicente C. M. D. *Patologia, recuperação, e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini Ltda., 1998.

SILVA, Maria de Nazaré Batista da. *Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF*. 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/17768/1/2014_MariadeNazareBatistadaSilva.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

TAGUCHI, Mário Koji. *Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações*. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mario_Taguchi/publication/45290572_Avaliacao_e_qualificacao_das_patologias_das_alvenarias_de_vedacao_nas_edificacoes/links/575aab2408ae414b8e466848/Avaliacao-e-qualificacao-das-patologias-das-alvenarias-de-vedacao-nas-edificacoes.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em: 10 ago. 2017.

VIEIRA, Matheus Assis. *Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento*. Uberlândia, 2016.

Dosagem de concretos leves de alto desempenho com poliestireno expandido e escória de alto forno

Dosage of slight concrete of high performance with expanded polystyrene and blast furnace slag



Camila de Oliveira Santos

Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas.
e-mail: camilaos@unipam.edu.br

Sheilla Pereira Vieira

Mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília. Professora do UNIPAM.
e-mail: sheilapv@unipam.edu.br

Douglas Ribeiro Oliveira

Especialização em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Cândido Mendes. Professor do UNIPAM. e-mail: douglasro@unipam.edu.br

RESUMO: Em busca do aperfeiçoamento técnico para elevação da resistência e da diminuição da densidade específica, visou-se o estudo de concretos leves de alto desempenho obtendo as eficiências mais altas possíveis. Utilizou-se neste trabalho o método de empacotamento de Andreasen (1930) para definição da matriz cimentícia, obtendo concreto de pós-reativos (CPR) com até 136,9 MPa. Posteriormente foram utilizados como agregados leves a escória leve de alto forno e as pérolas de poliestireno expandido (EPS), proporcionando densidades de 1200 a 2200 kg/m³. Foram avaliadas as propriedades físico-mecânicas das misturas como resistência à tração na flexão, resistência à compressão, módulo elástico dinâmico por velocidade ultrassônica e densidade aparente no estado endurecido. Foram obtidos valores de resistência à compressão aos 7 dias para concretos leves com EPS de 56,0 MPa e com as escórias de alto forno de 78,6 MPa. Através desses resultados, foi possível caracterizar alguns traços como concretos leves de alto desempenho e outros como concretos leves estruturais.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto de pós-reativos. Concreto leve de alto desempenho. Agregado leve. Poliestireno expandido. Escória leve de alto forno.

ABSTRACT: Aiming technical improvement to increase the concrete compressive strength and the decrease of specific gravity, the study of lightweight high performance concrete was performed to obtain the highest possible efficiency factor. In this work was used the Andreasen packing method (1930) to define the cementitious matrix, obtaining post-reactive concrete (CPR) with up to 136.9 MPa. Were evaluated mixtures of physical-mechanical

properties, such as splitting tensile strength, compressive strength, dynamic modulus of elasticity by ultrasonic pulses, and specific gravity of hardened concrete. Later, lightweight blast furnace slag and expanded polystyrene (EPS) beads were used as lightweight aggregates, as to achieve specific gravity of 2200 to 1200 kg / m³. Thereafter, compressive strength values were obtained at 7 days of 56,0 MPa and 78,6 MPa for EPS and blast furnace slag lightweight concretes, respectively. The concretes could be characterized as lightweight high performance concrete or at least as lightweight structural concrete.

KEYWORDS: Post-reactive Concrete. High performance lightweight concrete. Lightweight aggregate. Expanded polystyrene. Blast furnace slag.

1. INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais mais utilizados no mundo e tem sido objeto de inúmeros estudos visando o aperfeiçoamento de técnicas, potencialização de características específicas, e mais recentemente, a diminuição dos impactos ambientais gerados. O concreto tradicional é composto por cimento Portland, água e agregados. Os agregados normalmente utilizados são areias e pedras britadas, comumente com elevada densidade específica.

O desenvolvimento de concretos especiais teve início no século XX, relativamente pouco tempo após o patenteamento do cimento Portland. Foram surgindo e sendo estudados cada vez mais materiais, naturais ou sintéticos, incorporados no concreto, com vários propósitos e distintas características atribuídas ao produto final.

Os aditivos químicos, denominados plastificantes, permitiram a diminuição da quantidade de água consumida e incrementos consideráveis de resistência. As adições, por outro lado, caracterizadas por serem normalmente materiais finos e de alta reatividade, têm garantido otimização das resistências através de seus efeitos químico e físico, bem como a pozolanicidade e o empacotamento, respectivamente. Combinados, aditivos e adições permitem que os concretos atinjam resistências até mesmo superiores às de rochas naturais, e sejam denominados concretos de altas resistências.

Por sua vez, o estudo e a substituição dos agregados convencionais por agregados de diversas origens resultaram, durante a Primeira Guerra Mundial, na obtenção e início dos estudos de concretos leves. Esse tipo de concreto carrega consigo agregados mais leves que os tradicionais, e apresenta massa específica inferior a 2000 kg/m³, ante a massa específica de 2400 kg/m³ do concreto comum, composto por areia e brita. A resistência, entretanto, é menor que a do concreto comum devido à menor resistência e à porosidade dos agregados leves.

O concreto leve tem suas aplicações voltadas para lajes de pontes, edificações pré-fabricadas e plataformas marítimas. Por ter menor densidade, consequentemente há vantagens no transporte, na execução da obra, além da redução de cus-

tos, principalmente com as estruturas de fundações, que transmitirão ao solo menores cargas comparativamente às estruturas convencionais (ROSSIGNOLO; AGNESINI, 2011).

Os estudos mais avançados visam a dosagem de concretos de altas resistências com as mais baixas densidades possíveis. Essa relação entre a resistência à compressão e a massa específica é um índice do desempenho dos concretos leves denominado fator de eficiência. Spitzner (1994 *apud* ROSSIGNOLO, 2003) define concretos leves de alta resistência aqueles com fatores acima de 25 MPa.dm³/kg. Zhang e Gjorv (1991), por sua vez, conseguiram fator de 54,9 MPa.dm³/kg com resistência à compressão aos 28 dias de 102,4 MPa e massa específica aparente de 1865 kg/m³, utilizando como agregado leve uma argila expandida de diâmetro máximo 8 mm.

O presente estudo tem o propósito de desenvolver concretos leves de altas resistências e baixas densidades específicas testando dois diferentes tipos de agregados leves incorporados em matrizes cimentícias de alto desempenho. Tais matrizes são conhecidas como concretos de pós-reativos (CPR) e podem atingir resistências à compressão da ordem de 200 a 300 MPa. Como agregados leves serão utilizados escória leve de alto forno e poliestireno expandido (EPS).

2. OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa é produzir concretos leves de alta resistência com fatores de eficiência acima de 25 MPa.dm³/kg, através da incorporação de dois tipos de agregados leves em matriz cimentícia de CPR, dosada com base em empacotamento granulométrico de partículas. Para obtenção das matrizes cimentícias é objetivo do estudo:

- Caracterizar fisicamente os aglomerantes, adições e agregados miúdos, através de ensaios de massa específica, massa unitária e composição granulométrica.
- Efetuar dosagem do concreto de pós-reativos através do método de empacotamento granulométrico de Andreassen e testar as resistências obtidas.
- Dosar concretos leves através da incorporação de diferentes consumos de cada agregado de modo a obter concretos com densidades de 1200 kg/m³, 1400 kg/m³, 1600 kg/m³, 1800 kg/m³, 2000 kg/m³ e 2200 kg/m³, de acordo com a característica de cada agregado.
- Mensurar no estado fresco, as características de trabalhabilidade dos concretos através de ensaios de densidade e consistência pela mesa de abatimento.
- Determinar as propriedades físico-mecânicas dos concretos no estado endurecido, através de ensaios de resistência à compressão, resistência à tração por compressão diametral, módulo de elasticidade dinâmico através da velocidade de pulso ultrassônico, densidade aparente e massa específica.

3. JUSTIFICATIVA

O concreto leve vem ganhando grande importância graças ao uso difundido do concreto estrutural e à possibilidade de obter estruturas com mesma resistência incorporando características tais como a redução do peso próprio, redução na propagação do calor, menor dilatação térmica, menor índice de fissuração devido a gradientes térmicos, grande durabilidade, economia de formas de madeira, e redução de custos com transporte e montagem no caso de peças pré-moldadas. Apesar das vantagens, segundo Angelin (2014, p. 7), “o concreto leve possui tecnologia pouco difundida em nível nacional e surge no cenário atual como um material inovador e alternativo ao concreto convencional”.

A associação de CPR com agregados leves é ainda menos explorada, se forem considerados o surgimento do CPR em meados da década de 90, através dos trabalhos de Richard e Cheyrezy (1995), e o foco dado à obtenção de altíssimas resistências associando agregados pétreos de pequena dimensão, fibras metálicas e diferentes processos de cura do concreto.

O presente estudo, por sua vez, visa avaliar os efeitos da incorporação de agregados leves nessas matrizes de alto desempenho, e diverge de estudos como os de Angelin (2014), Bouvard *et. al* (2007), Kiliç *et. al* (2003) e Rossignolo e Agnesini (2002), os quais avaliam concretos produzidos com um só tipo de agregado leve, respectivamente argila expandida, EPS, escória leve de alto forno e argila expandida com polímeros. A utilização de vários agregados permitirá uma otimização do desempenho mecânico e a definição do concreto mais resistente em função de sua densidade.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Abaixo segue exposta a revisão teórica acerca dos temas norteadores deste trabalho.

4.1. CONCRETO

O concreto é constituído de cimento Portland, brita, areia e água, e possui um consumo mundial de cerca de 19 bilhões de toneladas por ano. Com as vantagens de possuir baixo custo, fácil disponibilidade de materiais e baixa necessidade de manutenção, o concreto é um material utilizado e pesquisado mundialmente (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Com o intuito de obter concretos cada vez mais resistentes, duráveis e sustentáveis, o concreto convencional vem sendo modificado pelo estudo dos agregados e aditivos introduzidos nele. Desses estudos surgiram diversas classificações de concretos, dentre eles o concreto projetado, o concreto de pós-reativos, o concreto autoadensável, o concreto rolado, o concreto pesado, o concreto leve, dentre outros.

4.1.1. Concreto leve

Segundo Rossignolo e Agnesini (2011), o concreto leve tem como características principais a massa específica seca com valores reduzidos, abaixo de 2000 kg/m³, podendo ser divididos em isolantes, de resistência moderada e estruturais, e a capacidade de resistência à compressão acima de 17,2 MPa. Os concretos leves podem ser produzidos pela substituição dos agregados convencionais por agregados leves, pela incorporação de ar, ou pela ausência de finos.

Na fabricação dos concretos leves com agregados leves, quatro fatores adicionais precisam ser levados em consideração, que são o projeto de uma massa específica particular; a variação da massa específica; e a absorção de água e as características dos agregados leves. Ressalta-se que o consumo de cimento deve ser superior a 300 kg/m³, para tornar possível a trabalhabilidade do concreto e assegurar a proteção e ancoragem da armadura. Também são utilizados aditivos e adições minerais para alteração de algumas propriedades dos concretos leves.

Outro aspecto importante dos concretos leves é que a consistência diminui com a substituição dos agregados. Enquanto o abatimento de um concreto convencional é em torno de 10 a 12 mm, o de um leve é em torno de 8 mm, isso porque os agregados leves absorvem uma quantidade maior de água que depois é passada ao concreto no momento da secagem. Para aplicação na construção, deve-se ainda ter o cuidado de não promover adensamento exagerado do concreto, o que pode refletir no deslocamento das partículas leves para a superfície do concreto pela sua densidade reduzida (ROSSIGNOLO; AGNESINI, 2011).

4.1.2. Concreto de pós-reativos

O concreto de pós-reativos (CPR) é um material ultrarresistente composto de cimento Portland, areia e pó de quartzo, sílica ativa, superplastificante, fibras de aço e relação água/cimento entre 0,15 e 0,20. Suas principais propriedades são a massa mais homogênea e o aumento da compacidade do concreto, otimizando assim as propriedades mecânicas e a ductilidade, quando incorporadas fibras. Dessa forma, quanto menor a estrutura do CPR, ou seja, quanto mais compacta ela estiver, menor é a porosidade e permeabilidade do concreto (BIZ, 2001).

O CPR é formado por partículas de agregados, adições e aglomerantes com diâmetro inferior a 2 mm, que ajudam a obter um melhor empacotamento do concreto. Além disso, fatores como o aumento da densidade, as aplicações de pressão no concreto, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, o tratamento térmico e a adição de fibras metálicas no CPR, estão relacionadas diretamente com o aumento da resistência a compressão e com a ductilidade (VANDERLEI; GIONGO, 2006).

4.2. AGREGADOS LEVES

Existem diversos tipos de agregados leves utilizados na produção de con-

cretos, dentre eles tem-se a argila expandida, o poliestireno expandido (EPS), a escória leve de alto forno e as microesferas de vidro ocas. Segundo Mehta e Monteiro (2014), para serem considerados agregados leves, a sua massa unitária deve ser inferior a 1120 kg/m^3 , isso porque eles são constituídos de microestrutura celular ou são altamente porosos.

A classificação dos agregados leves pode ser natural ou artificial. Quando o agregado é extraído diretamente em jazidas, ele é classificado em natural, suas aplicações não são voltadas para concretos estruturais, visto que as propriedades e os locais de extração variam. Um exemplo desse tipo de agregado é a pedra pomes e as escórias vulcânicas. Já os artificiais são obtidos através de produções industriais, que é através da sinterização ou forno rotativo, como, por exemplo, as argilas e as escórias expandidas (ROSSIGNOLO; AGNESINI, 2011).

4.2.1. Escória de alto forno

A escória de alto forno é obtida a partir da fabricação de ferro gusa. Mais precisamente, a escória é a impureza que fica separada do metal após sua fusão. A classificação das escórias é procedente do tipo de resfriamento a que ela é submetida. No caso da escória de alto forno utilizada como agregado no Brasil são somente aquelas geradas de alguma falha nas indústrias siderúrgicas, onde encontram-se na sua forma bruta ou cristalizada (NETO, 2011).

4.2.2. Poliestireno Expandido

De acordo com Tessari (2006, p. 17) o poliestireno expandido (EPS)

é uma espuma rígida obtida por meio da expansão da resina poliestireno PS durante sua polimerização. Esta expansão é realizada injetando-se um agente químico na fase de reação da polimerização. O agente de expansão comumente utilizado é o pentano. As principais aplicações do EPS são no uso de embalagens de proteção e no isolamento térmico.

5. METODOLOGIA

Abaixo seguem expostas as metodologias idealizadas para caracterização e produção dos concretos leves, todas embasadas em normativas brasileiras e nos equipamentos disponíveis no Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção.

5.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS MATERIAIS

Os materiais utilizados nesta pesquisa para mistura dos concretos foram cimento CPV ARI, sílica ativa, fíler calcário, areia fina, areia média, água tratada da

rede de distribuição municipal e aditivo hiperplastificante Tecflow 8000.

Os ensaios de massa específica seguiram as diretrizes da ABNT NBR NM 23:2001 para os materiais finos como cimento, sílica ativa e fíler; e o método do picnômetro descrito pela DNER ME 084:1995 para os agregados miúdos e agregados leves. Para determinação da massa unitária foi utilizado o método proposto pela ABNT NBR NM 45:2006, utilizando cilindro padrão de volume conhecido.

A composição granulométrica dos materiais foi obtida por três métodos: peneiramento a seco de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003 para os agregados graúdos e miúdos, peneiramento por lavagem adaptado da ABNT NBR 9289:2000 para os materiais finos; já para o fíler e a sílica, por serem um material muito fino, a granulometria foi feita de acordo com a metodologia de granulometria por sedimentação de solo preconizada pela ABNT NBR 7181:2016. O cimento CPV ARI teve sua composição granulométrica determinada por granulômetro a laser do Laboratório de Análise de Minerais e Rochas de Curitiba-PR.

Após a obtenção dos resultados granulométricos, foram realizadas dosagens de traços de CPR através do método de dispersão granulométrica de Andreassen, conforme demonstrado a seguir.

5.2. DOSAGEM DE MATRIZ CIMENTÍCIA

A dosagem do traço de CPR foi efetuada com base em método de dispersão granulométrica de Andreassen, na qual a porcentagem de contribuição de cada material é determinada de modo que a mistura tenha a distribuição granulométrica mais próxima da curva idealizada por Andreassen, obtida com base na Equação 1.

$$\%Passante\ acumulada\ na\ peneira = \left(\frac{D\ peneira}{D\ máximo} \right)^q$$

Equação 1

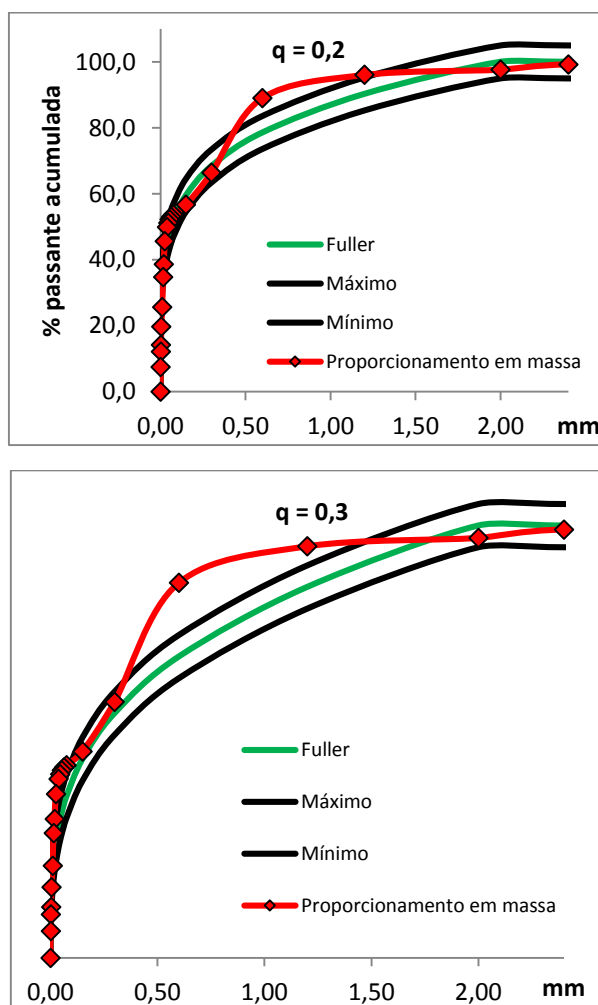
O índice q da Equação 1 é definido como o coeficiente de distribuição granulométrica, e foi adotado igual a 0,2 e a 0,3 de modo a escolher a mistura mais resistente.

Para tanto foram utilizadas planilhas eletrônicas mensurando a quantidade de cada material com base na sua composição granulométrica, obtida na etapa 1. Utilizou-se ferramenta computacional SOLVER[®] para cálculo do percentual dos materiais, de modo a aproximar a composição granulométrica resultante das composições de Andreassen com q igual a 0,2 e 0,3. É possível observar nos dois gráficos da página seguinte a curva granulométrica obtida através dos materiais utilizados em comparação com a curva de Andreassen.

Foi considerado diâmetro máximo das partículas de 2 mm, e definido um consumo de cimento entre 800 kg/m³ e 1100 kg/m³ como parâmetro da resolução.

Verificou-se nas primeiras tentativas de solução que as composições não se aproximavam do empacotamento teórico, o que exigiu a exclusão do fíler e a determinação da melhor composição de areias separadamente. Assim, após todos os ajustes e obtenção de curvas próximas às curvas de Andreassen com coeficientes 0,2 e 0,3, foram amassados 6 tipos de traços para cada composição granulométrica, alterando o fator a/c e o consumo de aditivo superplastificante. Foram utilizadas relações a/c 0,2 e 0,25, e percentuais de aditivo de 2%, 3,5% e 5%, o que resultou num montante de doze traços para análise.

GRÁFICO 1. Curva de Andreassen



Fonte: Autores (2017)

As misturas foram efetuadas em argamassadeira planetária, em alta velocidade de rotação, até obtenção de coesão e fluidez da matriz cimentícia, procedendo com a determinação do espalhamento pela ABNT NBR 13276:2005 e a moldagem de corpos de prova prismáticos 4 x 4 x 16 cm para ensaio de resistência conforme ABNT NBR 13279:2005. Para escolha do melhor traço, definiu-se um coeficiente de relevância duas vezes maior para a resistência característica à compressão em

relação ao espalhamento. Por fim, o traço com coeficiente de dispersão 0,2, relação a/c de 0,25 e 3,5% de aditivo, foi considerado a melhor matriz cimentícia para incorporação de agregados leves.

5.3. DOSAGEM DE CONCRETOS LEVES E ENSAIOS NO ESTADO FRESCO

Após definição da melhor matriz cimentícia e determinação da massa específica de todos os materiais, foram dosados concretos leves com 5 diferentes densidades teóricas - 1200, 1400, 1600, 1800 e 2000 kg/m³ para os concretos com poliestireno expandido e 1800, 2000 e 2200 kg/m³ para os concretos com escória de alto forno, por se tratar de um agregado mais denso que o EPS. Os cálculos foram realizados assumindo um teor de ar incorporado de 2% no concreto.

A consistência dos concretos produzidos foi determinada pela mesa de abatimento de acordo com a ABNT NBR 13276:2005, e a densidade de massa no estado fresco de acordo com ABNT NBR 13278:2005, utilizando recipiente de volume pré-determinado. O concreto fresco foi utilizado ainda para preenchimento dos moldes prismáticos supracitados.

5.4. CURA E ENSAIOS DO ESTADO ENDURECIDO

Foi realizada cura submersa até os 7 dias conforme preconizado pela ABNT NBR 5738:2015. De modo a aproveitar os corpos de prova prismáticos, os ensaios deram-se na seguinte ordem: massa específica aparente seca pela ABNT NBR 13280:2005, módulo de elasticidade dinâmico de acordo com a ABNT NBR 15630:2009, devido à impossibilidade de execução do ensaio estático no laboratório utilizando corpos de prova prismáticos e à resistência à tração na flexão e à compressão conforme ABNT NBR 13276:2005.

6. RESULTADOS

Os resultados dos ensaios normatizados de massa unitária e massa específica dos materiais podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização dos agregados

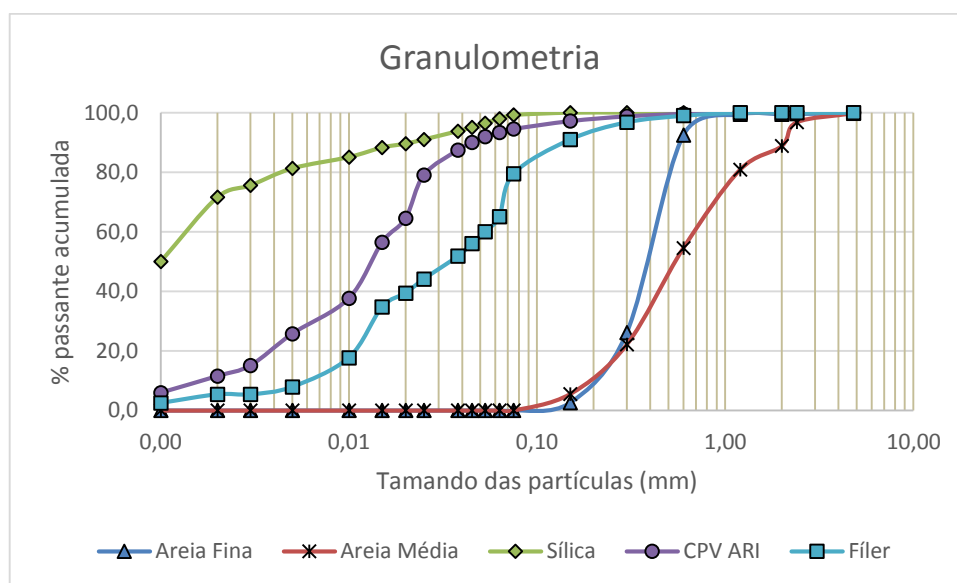
| Agregados | Massa Específica (kg/m ³) | Massa unitária (kg/m ³) |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Areia Fina | 2632 | 1985 |
| Areia média | 2604 | 1704 |
| Fíler | 2650 | 1252 |
| Sílica | 2290 | 1483 |
| | 3077 | 1050 |
| Cimento CPV ARI escória | 1309 | 456 |
| Pérolas de EPS | 12 | 5,87 |

Fonte: Autores (2017)

A densidade do concreto final está relacionada diretamente com a massa específica dos agregados leves, ou seja, quanto mais leve é o agregado utilizado, menor é a densidade que se consegue estabelecer para as dosagens de concreto. Conforme mostrado na tabela 1, a massa específica da escória é de 1309 kg/m^3 , já das pérolas de EPS é de 12 kg/m^3 . Isso nos mostra que a densidade das pérolas de EPS é cerca de apenas 9% da densidade da escória. Com isso, compreende-se que os concretos leves, nos quais foram usadas as pérolas de EPS, podem atingir com mesmo consumo de agregado uma densidade inferior em relação aos concretos leves produzidos com as escórias leves. Pode-se notar também que a massa unitária de ambos os agregados leves é inferior ao limite de 1120 kg/m^3 para agregados leves, definido pela ABNT NBR NM 35:1995.

No gráfico 2 é possível observar a granulometria dos materiais utilizados na matriz cimentícia, que inicialmente seria o cimento CPV ARI, sílica ativa, fíler, areia média e areia fina.

GRÁFICO 2. Granulometria dos materiais pasta cimentícia



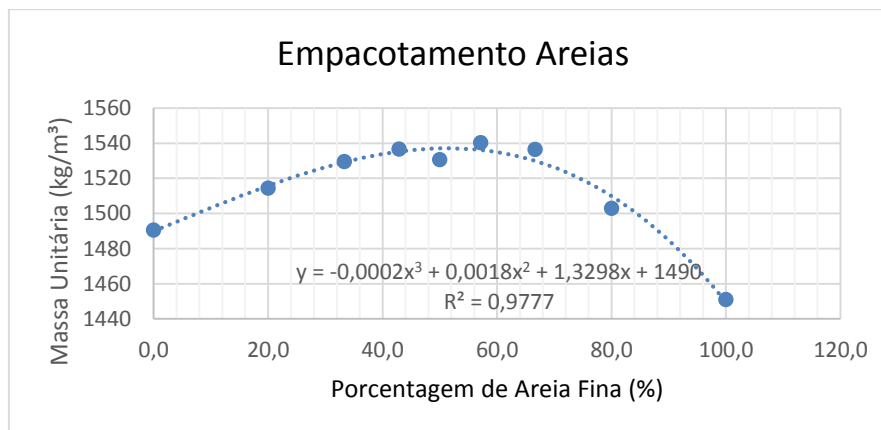
Fonte: Autores (2017)

Conforme afirma Castro e Pandolfelli (2009), para um concreto de pós-reativos é necessário que os materiais possuam granulometria fina que possibilitem uma matriz mais densa devido ao empacotamento granulométrico, no qual normalmente os materiais utilizados possuem tamanho máximo de $4500 \mu\text{m}$. Pode-se observar no gráfico 2 que o tamanho máximo característico calculado, segundo método da ABNT NBR NM 248:2003, da sílica ativa, CPV ARI, fíler, areia fina e areia média utilizados nesse concreto possuem 45, 150, 300, 1200, e $2400 \mu\text{m}$, respectivamente.

O diâmetro médio das partículas ensaiadas foi 1, 15, 30, 300 e 450 μm para a sílica ativa, CPV ARI, fíler, areia fina e areia média, respectivamente, o que demonstra que tanto o diâmetro máximo quanto o diâmetro médio foram suficientes para denotar a finura dos materiais utilizados. A sílica ativa, por exemplo, tem diâmetro médio 15 vezes inferior ao cimento, o que, segundo Rossignolo (2003), provoca a redução tanto da porosidade da pasta quanto do tamanho dos poros, devido ao empacotamento.

A partir das análises granulométricas obtidas anteriormente, foram ensaiadas as primeiras tentativas de dosagem, as quais exigiram a exclusão do fíler, devido a sua interferência direta no consumo do cimento e à determinação da melhor mistura das areias. Para tanto, foi efetuado estudo de empacotamento das areias fina e média, obtendo-se uma massa unitária otimizada para composição de 55% de areia fina e 45 % de areia média, conforme visualizado no gráfico 3. Esta composição foi utilizada posteriormente em toda a pesquisa.

GRÁFICO 3. Empacotamento das Areias



Fonte: Autores (2017)

Após a definição da porcentagem das areias e a exclusão do fíler, foi verificado, através da dispersão na curva de Andreassen, conforme gráfico 1, a adequação da dosagem dos traços. Observa-se que o gráfico com coeficiente 0,2 obteve uma dispersão inferior ao gráfico de coeficiente 0,3, o que é vantajoso, teoricamente, em relação à resistência, porém, seu consumo de aglomerante também é superior, o que pode acabar gerando um custo extra.

Na tabela 1 (página seguinte), é possível observar que o consumo de aglomerante gasto pelo coeficiente $q=0,2$ é em média 16% maior que o consumo gasto pelo $q=0,3$.

No amassamento do traço 1, foi verificada a impossibilidade de coesão da pasta com teor de a/c 0,2. Diante disso, foi verificada a necessidade de aumentar em 0,025 a relação a/c, o que o tornou mais coeso. Foi escolhida a relação a/c 0,225 de modo a produzir um concreto diferente do traço 4, que possui relação a/c 0,25 com mesma porcentagem de aditivo.

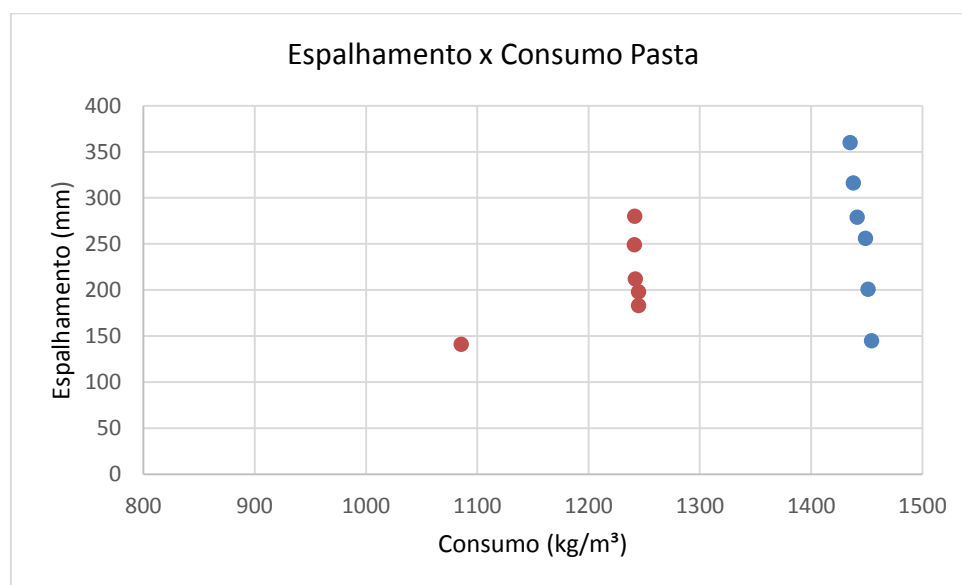
TABELA 1. Resultados dos Traços de CPR

| TRAÇOS | q | 1* | a/c | ADITIVO (%) | 2* | 3* | fck,est (MPa) | NOTA (fck,est . consistência/2) |
|--------|-----|------|-------|-------------|-----|--------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 0,3 | 872 | 0,225 | 2 | 141 | 114,7 | 99,36 | 7,0 |
| 2 | 0,3 | 1008 | 0,2 | 3,5 | 183 | 122,42 | 74,06 | 6,8 |
| 3 | 0,3 | 996 | 0,2 | 5 | 198 | 106,39 | 70,61 | 7,0 |
| 4 | 0,3 | 978 | 0,25 | 2 | 212 | 105,91 | 79,9 | 8,5 |
| 5 | 0,3 | 966 | 0,25 | 3,5 | 249 | 111,45 | 82,52 | 10,3 |
| 6 | 0,3 | 955 | 0,25 | 5 | 280 | 105,11 | 91,02 | 12,7 |
| 7 | 0,2 | 1192 | 0,2 | 2 | 145 | 136,9 | 123,59 | 8,9 |
| 8 | 0,2 | 1175 | 0,2 | 3,5 | 201 | 121,14 | 87,98 | 8,9 |
| 9 | 0,2 | 1159 | 0,2 | 5 | 256 | 98,51 | 87,61 | 11,2 |
| 10 | 0,2 | 1135 | 0,25 | 2 | 279 | 105,27 | 88,9 | 12,4 |
| 11 | 0,2 | 1119 | 0,25 | 3,5 | 316 | 101,76 | 86,42 | 13,7 |
| 12 | 0,2 | 1104 | 0,25 | 5 | 360 | 97,5 | 67,07 | 12,1 |

Em que 1* refere-se ao consumo de aglomerante em kg/m³; 2* refere-se à consistência medida através do espalhamento em mm; e 3* da maior resistência individual à compressão do traço em MPa. Fonte: Autores (2017)

No gráfico 5 é realizada uma relação entre o espalhamento e o consumo da pasta cimentícia.

GRÁFICO 5. Espalhamento x Pasta Cimentícia



Fonte: Autores (2017)

Observa-se no gráfico acima que o espalhamento variou significativamente, mesmo com pequenas variações no consumo total da pasta, isso se deve principalmente ao efeito do aditivo químico.

Devido ao fato de os índices de consistência dos traços 1, 2, 3, 7 e 8 não apresentarem espalhamento superior a 200mm, optou-se por sua exclusão na escolha da matriz cimentícia, por causa da trabalhabilidade reduzida. O traço 7, por exemplo, que obteve maior resistência à compressão de 136,9 MPa, e espalhamento de apenas 145mm, teve que ser retirado mesmo apresentando o maior valor de resistência dentre os outros traços, devido à necessidade de uma pasta trabalhável.

Feita a relação entre os traços com índice de consistência acima de 200mm, de forma que a resistência fosse 2 vezes mais relevante que a consistência, obteve-se que o traço 11 foi o que apresentou melhor comportamento. Pertencente à família do coeficiente de dispersão 0,2, a/c de 0,25 e porcentagem de aditivo de 3,5%, com maior resistência individual de 101,76 MPa, fck estimado de 86,42 MPa e consistência média de 316 mm, conforme mostrado no quadro 1.

Escolhida a matriz cimentícia, foram projetados os traços e as densidades dos concretos leves. Foram projetados 5 traços com as pérolas de EPS e 3 traços para as escórias de alto forno. São demonstrados na tabela 2 o índice de consistência de cada traço e sua densidade aparente no estado fresco, após o amassamento das mesmas.

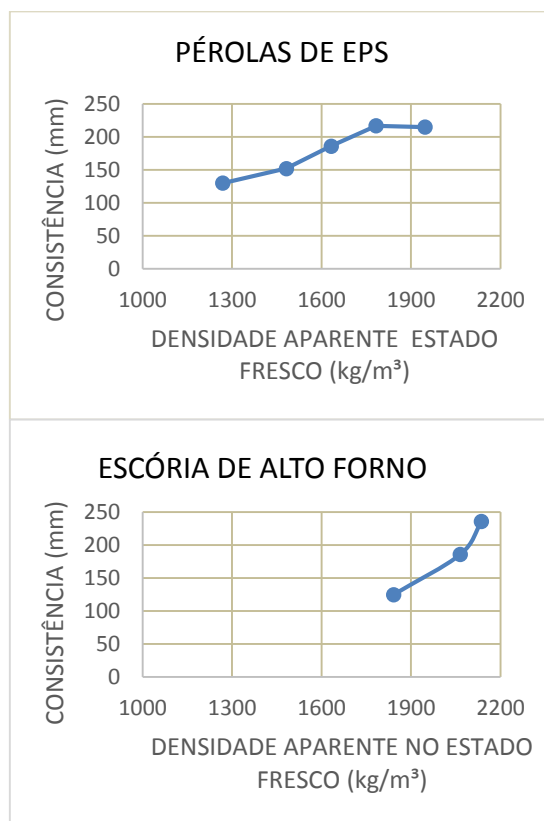
TABELA 2. Densidade, consistência e resistência

| TRAÇO | D. TEÓRICA (kg/m ³) | D. APARENTE FRESCO (kg/m ³) | CONSISTÊNCIA (mm) |
|-------|---------------------------------|---|-------------------|
| EPS 1 | 2000 | 1947 | 215 |
| EPS 2 | 1800 | 1783 | 217 |
| EPS 3 | 1600 | 1632 | 186 |
| EPS 4 | 1400 | 1482 | 152 |
| EPS 5 | 1200 | 1269 | 130 |
| ESC 1 | 2200 | 2136 | 236 |
| ESC 2 | 2000 | 2065 | 186 |
| ESC 3 | 1800 | 1842 | 125 |

Fonte: Autores (2017)

A consistência dos traços de concreto leve em relação ao traço convencional (matriz cimentícia) diminuíram consideravelmente, o que, conforme Rossignolo (2003), pode ser explicado pela taxa de absorção de água dos agregados leves, com exceção do poliestireno expandido que não absorve água, e ainda pode ser resultado da menor massa de amostra de concreto para provocar a deformação sobre a mesa de espalhamento. Através do gráfico 6, pode-se observar que para ambos os concretos, a consistência foi diretamente proporcional à densidade fresca, com coeficiente de correlação 93% para o concreto com EPS, e 94,7% para o concreto com escória leve.

GRÁFICO 6. Relação entre consistência e densidade fresca



Fonte: Autores (2017)

Observa-se também que a consistência foi mais sensível à incorporação de escória leve, graças ao maior consumo específico do material, à sua absorção e ao formato irregular dos grãos que contribuem para redução da trabalhabilidade.

Foram obtidas densidades aparentes no estado fresco bem próximas das densidades teóricas, com erro máximo de 5,9%, o que é vantajoso, evitando assim correções na hora do amassamento. Tem-se como única exceção o traço EPS 5 apresentando densidade de 1340kg/m³ frente à densidade teórica de 1200kg/m³. Foi realizada a correção no ato através da adição de 1 g de pérolas de EPS, resultando na densidade de 1269 kg/m³. Tal divergência não pôde ser atribuída a nenhum parâmetro ou variável controlada.

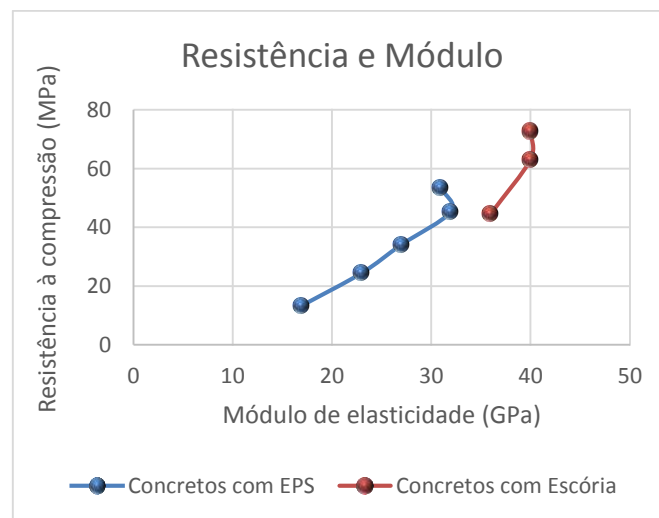
A consistência dos concretos leves, entretanto, diminuiu significativamente em relação à consistência da matriz, com reduções de no mínimo 28,5%, caindo de 316 mm para valores abaixo de 236 mm. Segundo Rossignolo (2003), o índice de consistência em concretos leves diminuem, pelo fato de a massa específica dos agregados leves serem bem inferiores aos dos agregados convencionais, impedindo assim o abatimento do concreto.

Após a cura submersa, foram obtidos os resultados aos 7 dias de resistência à tração na flexão, à resistência à compressão e ao módulo de elasticidade ultrassônico. No gráfico abaixo pode-se observar que, para os traços com densidades de

1200, 1400 e 1600 kg/m³ do concreto com EPS, a resistência e o módulo de elasticidade obtiveram uma relação linear, que, segundo Borja (*apud* ZANG; GJORV, 1990), os agregados leves possuem propriedades elásticas que juntamente com a hidratação da pasta cimentícia acarretam uma linearidade no módulo de elasticidade. Já para os concretos leves com densidades maiores, não se obteve nenhum tipo de relação entre os dois fatores, visto que a resistência continuou aumentando e o módulo de elasticidade estabilizou.

De acordo com Borja (2011), quando existe o intuito de diminuir a densidade do concreto adicionando agregados leves, estes acabam alterando as propriedades elásticas do concreto comparados ao concreto convencional, o que pode ser observado neste trabalho, em que o valor de módulo de elasticidade da pasta cimentícia foi de 46 GPa e os concretos leves apresentaram valores de 13 GPa até 40 GPa. Portanto, houve uma redução no módulo elástico dos concretos.

GRÁFICO 7. Relação entre Resistência e Módulo de Elasticidade



Fonte: Autores (2017)

Segundo Bauer, Pereira e Leal (2012), o consumo alto de cimento e uma relação a/c baixa contribuem para o fortalecimento do concreto e, com isso, o aumento do módulo de elasticidade e da resistência à compressão. Pode-se observar que, neste trabalho, nos concretos com densidades de 2200, 2000 e 1800 kg/m³, que possuem quantidade maior de cimento, a resistência foi superior e o módulo de elasticidade também, comparados aos concretos de densidades 1200, 1400 e 1600 kg/m³.

Outro fator que foi levado em consideração foi o rompimento dos corpos de prova somente aos 7 dias, devido à estabilização dos resultados de resistência à compressão. De acordo com Rossignolo (2009), concretos leves feitos com cimento de alta resistência inicial, como é o caso do CPV ARI, estabilizam os valores

de resistência aos 7 dias pelo fato de a resistência da matriz cimentícia ultrapassar a resistência dos agregados leves. Angelin (2014) afirma que, para os concretos convencionais submetidos à compressão, o seu rompimento é ocorrido na pasta-agregado, pelo fato de o agregado também possuir resistência. Já no caso de concretos leves, o rompimento ocorre apenas na matriz cimentícia, pelo fato de os agregados leves não possuírem resistência.

Com base na resistência à compressão aos 7 dias, e nas densidades teóricas, foi possível encontrar fatores de eficiência de 26.7 e 25.2 MPa.dm³/kg para os concretos com EPS de 2000 e 1800 kg/m³ e 33.1, 31.6 e 24.9 MPa.dm³/kg respectivamente, para os concretos com escória leve de densidades 2200, 2000 e 1800 kg/m³, o que permite caracterizá-los como concretos leves de alto desempenho, segundo Rosignolo (2003). Entretanto, Angelin (2014) afirmar que concretos leves têm densidade inferior a 2000 kg/m³, o que caracterizaria o concreto ESC1 como concreto de alta resistência e densidade convencional. Os demais concretos com EPS puderam ser considerados como estruturais de acordo com a ABNT NBR NM 35:1995 e com a ASTM C330:2009, pois obtiveram fatores de desempenho de 21.3 e 17.5 MPa.dm³/kg e valores de resistência acima de 17 MPa, com exceção daquele com densidade teórica de 1200 kg/m³, que obteve resistência de apenas 13,40 MPa.

7. CONCLUSÕES

Verificou-se neste trabalho que a massa específica dos agregados leves tem relação direta com a densidade final dos concretos, visto que quanto mais baixa é a densidade do agregado, menor é a massa específica do concreto leve. O que se pode observar para os dois casos deste trabalho é que a escória leve de alto forno que possuía massa específica de 1,309 kg/m³ só conseguiu gerar densidades de até 1800kg/m³, já o EPS conseguiu prover concretos com densidades de até 1200kg/m³.

Ainda na dosagem através do empacotamento de Andreassen, percebeu-se que, quando existem vários materiais finos próximos a granulometria do cimento, estes acabam por interferir em seu consumo, podendo gerar uma queda na resistência. Cita-se o filer calcário, que teve que ser excluído da massa por interferência direta no consumo dos aglomerantes. O coeficiente 0,2 de dispersão, escolhido como matriz cimentícia, mostrou-se mais trabalhável que os demais, devido ao seu consumo de cimento superior ao do coeficiente 0,3.

Aferiu-se ainda que o índice de consistência dos concretos leves amassados tem relação direta com a densidade deles, visto que para os concretos com densidades baixas, como é o caso do traço EPS 5 com densidade de 1200kg/m³ a sua trabalhabilidade foi 65% inferior comparado ao traço EPS 1 com densidade de 2000 kg/m³.

Concluiu-se que a resistência à compressão dos concretos tem relação direta com a sua consistência e principalmente com a densidade. Percebeu-se que nos concretos leves com densidades muito baixas, a resistência diminuiu, devido à redução da quantidade da pasta cimentícia, que, neste caso, é quem apresenta

resistência, visto que agregados leves não possuem tal. Já a redução ocorrida na consistência dos concretos leves deve-se majoritariamente ao fato de os agregados possuírem baixa massa específica, gerando menor massa de amostra para provocar a deformação sobre a mesa de espalhamento, podendo ser atribuída, em alguns casos, como da escória de alto forno, à alta taxa de absorção de água e ao formato irregular dos grãos, que diminui consideravelmente a trabalhabilidade das misturas.

Os resultados da resistência à compressão dos concretos leves foram satisfatórios, visto que os que apresentaram densidades de 2000 e 1800 kg/m³ puderam ser classificados como concretos leves de alto desempenho e os que obtiveram densidades de 1600 e 1400 kg/m³ foram considerados como estruturais. Dessa forma, os estudos até então desenvolvidos satisfizeram as expectativas empregadas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. C 330: Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete. United States: Copyright ©, 2009. Disponível em: <<https://www.theexpeditionaryengineer.com/wp-content/uploads/2013/04/C330.1613807-1.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ANDREASSEN, A. H. M.; ANDERSEN, J. *Kolloid Z. Ind. Eng. Chem.* 50(1930): 217-228.

ANGELIN, A. F. *Concreto leve estrutural - Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais*. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Limeira-SP, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 35. Agregados Leves Para Concreto Estrutural - Especificação*. Rio de Janeiro, 1995.

_____. *NBR 9289. Cal hidratada para argamassas - Determinação da finura*. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *NBR NM 23. Cimento Portland e Outros Materiais em Pó - Determinação da Massa Específica*. Rio de Janeiro, 2001.

_____. *NBR NM 248. Agregados - Determinação da composição granulométrica*. Rio de Janeiro, 2003.

_____. *NBR 13276. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência*. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR 13278*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR 13279*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR 13280*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR NM 45*. Agregados - Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. *NBR 9778*. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

_____. *NBR 15630*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2009.

_____. *NBR 5738*. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____. *NBR 7181: Solo - Análise granulométrica*. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BAUER, Elton; PEREIRA, Cláudio Henrique de Almeida Feitosa; LEAL, Antonio Carlos Ferreira de Souza. Valores do módulo de elasticidade de concretos comerciais da região do distrito federal, in: *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 14, 2012, Juiz de Fora. Infohab. Juiz de Fora: [s.n.], 2012, p. 3174-3182.

BIZ, C. E. *Concretos de Pós Reativos*. Dissertação, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

BOUVARD, D. et al. Characterization and simulation of microstructure and properties of EPS lightweight concrete. *Cement and Concrete Research*, 37(12): 1666-1673, 2007.

BORJA, Edilberto Vitorino de. *Efeito da adição de argila expandida e adições minerais na formulação de concretos estruturais leves autoadensáveis*. 2011. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

CASTRO, A. L. de; PANDOLFELLI, V. C. *Revisão: Conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil*. - Curso

de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132009000100003> Acesso em: 05 fev. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. ME 084. Agregado Miúdo - Determinação da densidade real. Rio de Janeiro, 1995.

KILIÇ, A. et al. High-strength lightweight concrete made with scoria aggregate containing mineral admixtures. *Cement and Concrete Research*, 33(10): 1595-1599, 2003.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. 2 ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

NETO, C. S. "Agregados naturais, britados e artificiais para concreto", in: ISAIA, G. C. *Concreto: ciência e tecnologia*. São Paulo: Ibracon, v. 1, 2011, p. 233-260.

RICHARD, P.; CHEYREZY, M. Composition of reactive powder concretes. *Cement and concrete research*, 25(7): 1501-1511, 1995.

ROSSIGNOLO, J. A.; AGNESINI, M. V. C. Mechanical properties of polymer-modified lightweight aggregate concrete. *Cement and Concrete Research*, 32(3): 329-334, 2002.

ROSSIGNOLO, J. A. *Concreto leve de alto desempenho modificado com SB para pré-fabricados esbeltos: Dosagem, produção, propriedades e microestrutura*. São Carlos, 2003. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ROSSIGNOLO, J. A. *Concreto leve estrutural: produção, propriedades, microestrutura e aplicações*. São Paulo: Pini, 2009.

ROSSIGNOLO, J. A.; AGNESINI, M. V. C. "Concreto leve estrutural", in: ISAIA, G. C. *Concreto: ciência e tecnologia*. São Paulo: Ibracon, 2011, v. 2, p. 1531-1568.

SPITZNER, J. High-strength LWA concrete. High-Strength Concrete. *RILEM*, cap. II-Aggregates, 1994.

TESSARI, J. *Utilização de Poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil*. Dissertação. UFSC. Santa Catarina. 2006.

VANDERLEI, R. D.; GIONGO, J. S. Análise experimental do concreto de pós reativos: dosagem e propriedades mecânicas. São Carlos: USP, 2006.

ZHANG, M. H.; GJORV, O. E. Mechanical properties of high-strength lightweight concrete. *ACI Materials Journal*, 88(3): 240-247, 1991.

Utilização do mesocarpo do coco para tratamento de efluente têxtil

The use of the coconut mesocarp for the treatment of textile effluent



Natália Carolina de Araújo

Discente do curso de Engenharia Química, UNIPAM. e-mail: natalia29_11@hotmail.com

Dayene do Carmo Carvalho

Doutora em Química. Professora do UNIPAM. e-mail: dayenecc@unipam.edu

RESUMO: Nas indústrias têxteis, os corantes são utilizados para conferir cor aos produtos, e consequentemente liberam-se efluentes com corantes, que quando não tratados corretamente, são poluidores ao ecossistema. Existem diversos métodos visando à remoção de corante presente no efluente têxtil, e o uso de adsorção com bioadsorventes pode ser um deles. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do mesocarpo do coco-da-baía no tratamento de efluentes têxteis. Foram realizados testes com mesocarpo *in natura* e modificado com HCl, NaOH e CH₃OH, ambos lavados com água destilada após tratamento químico, variando massa (0,01 e 0,5 g), pH (3 e 9) e tempo (5 e 60 min). Foi realizado o planejamento fatorial 2³ com ponto central. O mesocarpo modificado com NaOH apresentou melhor remoção do corante. Assim novos estudos devem ser realizados para determinar os valores ótimos para aplicação no tratamento de efluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente têxtil. Bioadsorção. Coco-da-baía.

Abstract: In the textile industries, artificial dyes are widely used to confer color to products, consequently it is responsible for the release of effluents contaminated with dyes, and when not treated properly they are polluting the ecosystem. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the mesocarp of *coco-da-baía* in the treatment of textile effluents. Tests were carried out with fresh mesocarp and modified with HCl, NaOH and CH₃OH, both washed with distilled water after chemical treatment, varying mass (0.01 and 0.5 g), pH (3 and 9) and time (5 and 60 min.). 23 factorial planning was held with central point. The modified mesocarp with NaOH presented better dye removal. So further studies must be conducted to determine the optimal values for use in the treatment of effluents.

KEYWORDS: Textile effluent. Bioadsorption. *Coco-da-baía*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existem diversos segmentos industriais que se destacam no cenário ambiental como grandes poluidores, devido a suas características altamente prejudiciais ao ambiente. Nesta categoria enquadra-se o setor têxtil, apresentando-se como responsável pelo descarte de grandes volumes de efluentes, que apresentam elevada carga orgânica, sólidos suspensos, pH variável, presença de surfactantes e, principalmente, coloração altamente visível (CUNHA, 2014).

Dentre os compostos considerados fontes de poluição, os corantes pertencem a uma classe que contribui diretamente para a maximização do impacto ambiental. A cor interfere na transmissão da luz solar para dentro da corrente de água e prejudica a atividade fotossintética das plantas presentes nesse ecossistema. Além disso, a oxidação biológica desse material consome o oxigênio existente presente na água (SILVEIRA *et al*, 1990). Devido a estas implicações, existem várias técnicas para o tratamento de efluentes coloridos como floculação, coagulação, oxidação, eletroquímica e fotoquímica, biodegradação, entre outras (GUARATINI; ZANONI, 2000). As técnicas utilizadas atualmente são caras e possuem eficiência limitada, e muitas vezes geram um resíduo que também necessita de tratamento. Neste sentido, o processo de adsorção apresenta-se como uma alternativa no tratamento desses efluentes corados, devido ao seu baixo custo e facilidade de operação.

A fim de reduzir o alto custo dos processos de adsorção, tem-se a opção de utilizar algumas biomassas de baixo custo na remoção de contaminantes orgânicos, como sabugo de milho, serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar e mesocarpo de coco (ROCHA *et al*, 2011).

A demanda crescente por estudos empregando resíduos de coco se dá em razão do interesse por ele ser produto ecologicamente correto, ser proveniente de fonte renovável, biodegradável e de baixo custo e por suas características oferecerem diversas possibilidades de utilização (ROCHA *et al*, 2011).

O objetivo deste trabalho foi estudar a capacidade de adsorção do mesocarpo do coco frente à remoção de corante presente no efluente têxtil.

2. METODOLOGIA

2.1. OBTENÇÃO DA BIOMASSA

Os cocos utilizados nesse trabalho foram coletados na orla na lagoa na cidade de Patos de Minas-MG e encaminhados para o Laboratório da Engenharia Química do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

2.1.1. Preparação e modificação química da biomassa

Após a obtenção do material, este foi cortado, obtendo-se o mesocarpo, em seguida foi disposto à secagem natural por aproximadamente 24 horas. Logo após,

o material passou por desidratador em bandeja para uma secagem completa com temperatura de 70° C, onde permaneceram por aproximadamente 48 horas.

O material foi triturado em um liquidificador industrial (Metvisa®) na proporção de 50 gramas de biomassa em 1500 mL de água destilada, durante 1 minuto, por 3 vezes consecutivas. Retirou-se a água parcial contida na amostra através de filtração simples, posteriormente realizou-se a secagem em estufa com temperatura de 70° C durante 24 horas. Em seguida, as amostras passaram pelo moinho de facas (Moinho de Willey), em seguida, por um processo de peneiramento para medir a granulometria, em que o material com granulometria igual a 48 *mesh* foram utilizados.

Para a modificação química da amostra, foram pesados em balança analítica 15g de mesocarpo do coco, misturados com 300 mL de HCl, 1,0 mol.L⁻¹. O mesmo procedimento foi realizado com NaOH, 1,0 mol.L⁻¹ e com CH₃OH a 70%. A homogeneização de ambas as amostras foi realizada em mesa agitadora (Quimis), durante uma hora e agitação com velocidade 1, de acordo com o equipamento. A dispersão foi filtrada por meio de filtração simples, e o mesocarpo do coco foi seco em estufa a 40° C por 72 horas. Após o tratamento químico, foram feitas sucessivas lavagens com água destilada até a água de lavagem permanecer sem cor; em seguida levaram-se as amostras para estufa em temperatura de 70° C por 36 horas.

2.1.2. Determinação do ponto de carga zero

Para encontrar o ponto de carga zero, foram preparadas soluções a partir de diluições de ácido clorídrico, obtendo-se as concentrações de 1 molL⁻¹ e 0,1 molL⁻¹ e básicas a partir de diluições de hidróxido de sódio, obtendo-se as concentrações 1 molL⁻¹ e 0,1 molL⁻¹

Os pHs da solução com o mesocarpo do coco foram ajustados a partir das soluções nas faixas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, com auxílio do pHmetro (Tecnal® TEC2). Posteriormente, foram misturadas em frascos de polietileno aproximadamente 0,10 g das biomassas com 10 mL de solução aquosa sob diferentes condições de pH inicial (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12), armazenadas na temperatura de aproximadamente 20° C. Após 24 horas de equilíbrio, foi aferido o pH final.

2.1.3. Coleta do efluente

O efluente têxtil utilizado no presente estudo foi coletado em uma indústria têxtil, localizada na cidade de Patos de Minas-MG, e em seguida, armazenado em galões de polietileno, previamente higienizados.

2.1.3. Avaliação do tratamento do efluente

As análises do filtrado obtido do tratamento com as amostras foram feitas por espectrofotômetro UV-VIS. A capacidade de adsorção do material foi feita de acordo com a equação 1:

$$\text{Descoloração (\%)} = \frac{(A_{\text{bsi}} - A_{\text{mo}}) \times 100}{A_{\text{bsi}}} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que: A_{bsi} = Absorbância do efluente bruto, A_{mo} = Absorbância da amostra

Esse procedimento de cálculo de porcentagem de remoção foi utilizado durante todos os testes de remoção do presente trabalho.

2.1.4. Tratamento de dados

Os cálculos dos efeitos dos fatores, pH, massa e tempo e as interações entre eles com os seus respectivos erros padrão, foram realizados com auxílio do programa Statistica 13.0[®], posteriormente plotaram-se os gráficos de Pareto com as respectivas interações e os gráficos de superfície.

2.1.5. Planejamento fatorial

As condições experimentais para adsorção da cor do efluente têxtil foram determinadas por meio de planejamento experimental a fim de se obter as condições ótimas do experimento. As variáveis analisadas foram pH da solução, tempo de contato (minuto) e massa (grama), caracterizados como um experimento fatorial 2³, o qual foi realizado em triplicata, em regime batelada e com ponto central.

2.1.6. Determinação do planejamento experimental

As condições experimentais para adsorção da cor do efluente têxtil foram determinadas por meio de planejamento experimental a fim de se obter as condições ótimas do experimento. Abaixo se encontra a Tabela 1, com as variáveis e os níveis estudados.

TABELA 1. Variáveis e níveis estudados no planejamento fatorial

| Variáveis | Níveis | | |
|----------------------|--------|-------|-----|
| | - 1 | 0 | + 1 |
| pH | 3 | 6 | 9 |
| Massa adsorvente (g) | 0,01 | 0,255 | 0,5 |
| Tempo (min) | 5 | 32,5 | 60 |

Na página seguinte, segue a Tabela 2, representando o planejamento fatorial com as respectivas variáveis.

TABELA 2. Matriz de planejamento para um fatorial 2^3 aplicado ao estudo de remoção de corante em efluentes têxteis

| Ensaio | Massa | pH | Tempo |
|--------|-------|----|-------|
| 1 | -1 | -1 | -1 |
| 2 | +1 | -1 | -1 |
| 3 | -1 | +1 | -1 |
| 4 | +1 | +1 | -1 |
| 5 | -1 | -1 | +1 |
| 6 | +1 | -1 | +1 |
| 7 | -1 | +1 | +1 |
| 8 | +1 | +1 | +1 |
| 9 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |

Para o estudo fatorial foram adicionados 0,01 e 0,5 gramas de amostra em 25ml de efluentes. Os valores de pH (3 e 9) foram corrigidos e ajustados com HCl (ácido clorídrico) e NaOH (hidróxido de sódio), ambos em $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ com auxílio de pHmetro (Tecnal®TEC2). As soluções foram homogeneizadas em uma mesa agitadora (Tecnal®TEC2) com velocidade 1 do equipamento, durante (5 e 60 minutos). Posteriormente foram filtradas em papel filtro qualitativo, e os testes de adsorção foram realizados. Os ensaios de 9-11 utilizaram os valores médios da massa, pH e tempo.

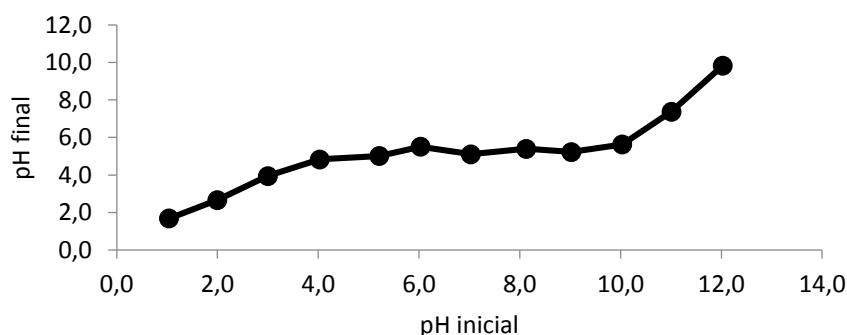
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o preparo e modificação do mesocarpo do coco, obteve-se a caracterização do ponto de carga zero (pH_{PCZ}). De acordo com Freitas, Câmara e Martins (2015), o ponto de carga zero, ou pH do ponto de carga zero, é definido como o pH em que a superfície do sólido possui carga neutra. O reconhecimento do pH_{PCZ} permite prever a ionização de grupos funcionais de superfícies presentes no adsorvente e sua interação com espécies de metal em solução.

Os resultados foram expressos por meio do gráfico de pH final versus pH inicial, sendo que o pH_{PCZ} correspondeu à faixa em que o pH final se manteve constante (independentemente do pH inicial). A determinação do pH_{PCZ} nos testes preliminares de adsorção é fundamental para a caracterização do bioadsorvente

em estudo, já que o pH da solução e o pH_{PCZ} do adsorvente são fatores importantes no processo, especialmente na capacidade de adsorção (MIMURA *et al.*, 2010). Abaixo segue a Figura 1, que representa pH_{PCZ} do mesocarpo do coco *in natura*.

Figura 1. Representação do pH_{PCZ} do mesocarpo do coco *in natura* após lavagem

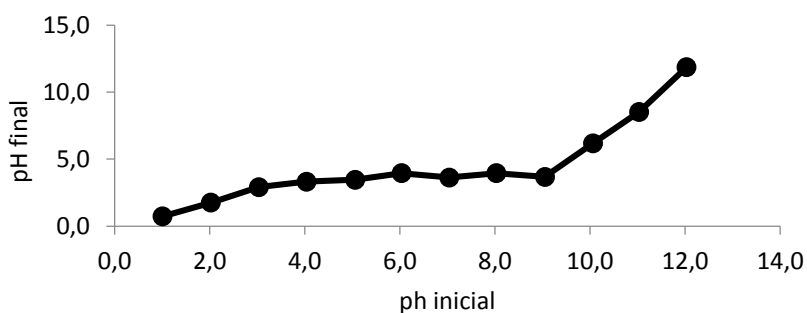


Na Figura 1 é possível observar que a faixa de pH que permaneceu constante foi de 4,00 a 9,00, aproximadamente. Nesta região, a carga total da superfície do bioadsorvente é nula, sendo denominado o pH_{PCZ} para o mesocarpo *in natura*. Assim, é possível observar que em pH maior que 9,00 o mesocarpo apresenta-se negativamente carregado, possuindo a habilidade de adsorver espécies positivamente carregadas, enquanto em pH menor de 4,00, o material encontra-se positivamente carregado e irá adsorver espécies negativas

De acordo com Freitas, Câmara e Martins (2015) o pH_{PCZ} da casca do coco é de 4,43. No presente trabalho a faixa encontrada de pH_{PCZ} foi de 4 a 9, sendo assim, este é uma alternativa econômica em meio aos adsorventes comerciais existentes, que possuem alto custo para produção, além de ser renovável e disponível. Dessa forma, o seu uso é de interesse ambiental, podendo adsorver corantes têxteis.

Abaixo está a Figura 2 referente ao ponto de carga zero do mesocarpo de coco modificado com ácido clorídrico (HCl).

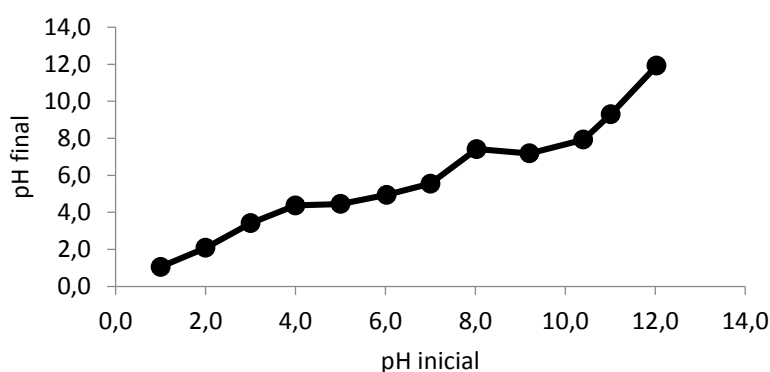
FIGURA 2. Representação do pH_{PCZ} do mesocarpo do coco modificado com HCl após lavagem



Na Figura 2 foi possível observar que a faixa de pH que permaneceu constante foi de 3,00 e 9,00, aproximadamente. Assim, é possível observar que, em pH maior que 9,00, o mesocarpo modificado com HCl apresenta-se negativamente carregado, possuindo a habilidade de adsorver espécies positivamente carregadas, enquanto em pH menor de 3, o material encontra-se positivamente carregado e irá adsorver espécies negativas.

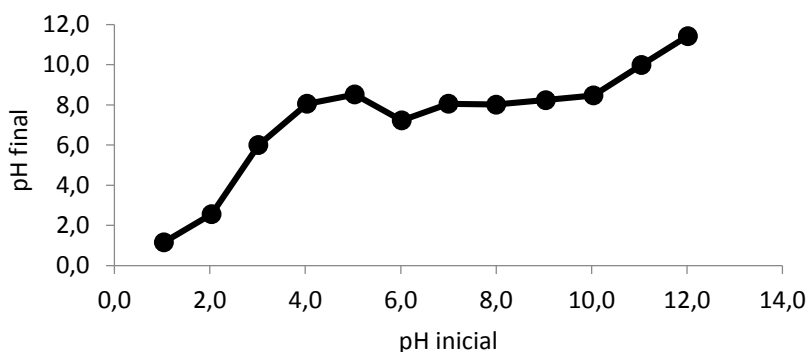
Encontra-se abaixo a Figura 3, referente ao ponto de carga zero do mesocarpo de coco modificado com CH₃OH.

FIGURA 3. Representação do pH_{pez} do mesocarpo do coco modificado com CH₃OH após lavagem



Na Figura 3 é possível observar que a faixa de pH que permaneceu constante foi aproximadamente 4 a 6. Assim, é possível observar que em pH maior que 6,0, o mesocarpo modificado com CH₃OH apresenta-se negativamente carregado, possuindo a habilidade de adsorver espécies positivamente carregadas, enquanto em pH menor que 4,0, o material encontra-se positivamente carregado e irá adsorver espécies negativas. Encontra-se abaixo a Figura 4, referente ao ponto de carga zero do mesocarpo de coco modificado com hidróxido de sódio (NaOH).

FIGURA 4. Representação do pH_{pez} do mesocarpo de coco com modificação com hidróxido de sódio (NaOH) após lavagem

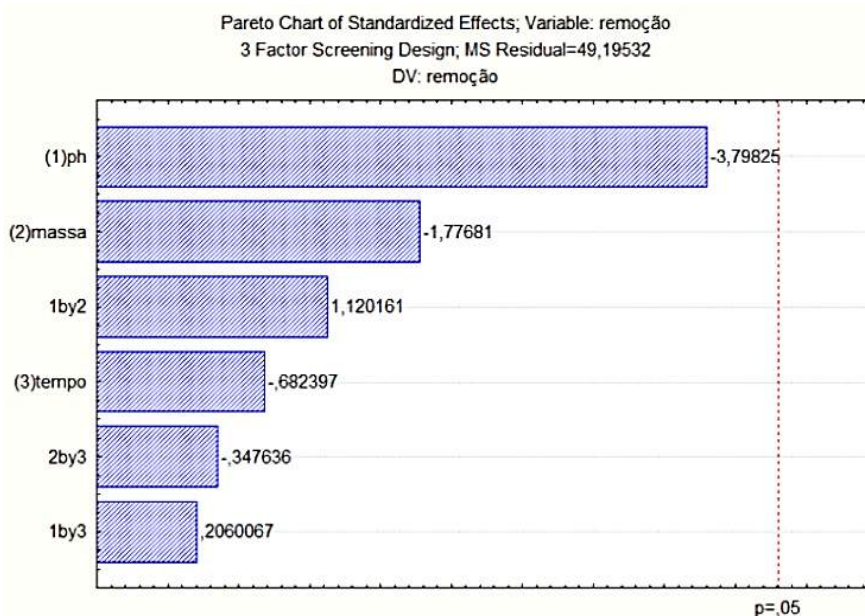


Na Figura 4 é possível observar que a faixa de pH que permaneceu constante foi 7 a 10, aproximadamente. Assim, é possível observar que em pH maior que 10,0, o mesocarpo modificado com NaOH apresenta-se negativamente carregado, possuindo a habilidade de adsorver espécies positivamente carregadas, enquanto em pH menor que 7, o material encontra-se positivamente carregado e irá adsorver espécies negativas.

Quando um bioadsorvente sólido entra em contato com uma solução líquida com pH abaixo do pH_{pcz} , a superfície é carregada positivamente e um grande número de ânions é adsorvido para balancear as cargas positivas. Por outro lado, em soluções aquosas com um pH mais alto do que o pH_{pcz} , a superfície é carregada negativamente e adsorve preferencialmente cátions. Este processo pode ser explicado pela atração eletrostática entre a carga gerada na superfície do material adsorvente e o grupo aniônico ou catiônico da solução (MARIN *et al.*, 2015). Assim, os valores de pH observados auxiliaram na determinação dos valores testados no planejamento.

As respostas dos efeitos dos fatores e suas interações são mostradas através do Diagrama de Pareto e Gráfico de Superfície para cada amostra modificada e *in natura*. Na Figura 5 encontra-se o Gráfico de Pareto com os efeitos para as variáveis do planejamento e suas interações

FIGURA 5. Gráfico de Pareto para o processo de adsorção, amostra modificada com HCl.



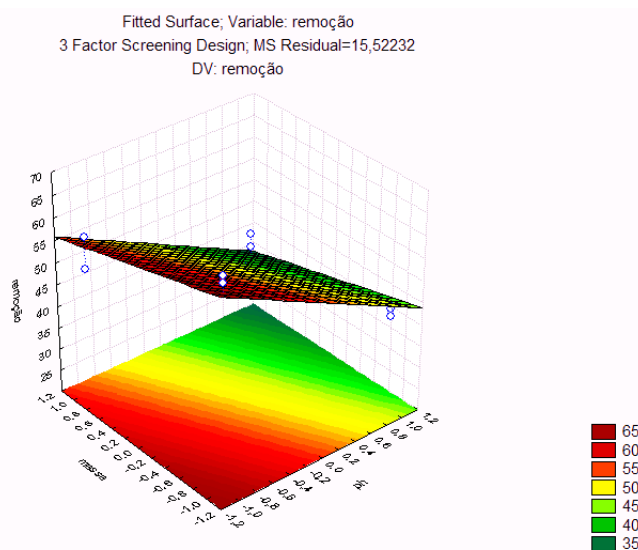
Analisando-se os dados experimentais, observa-se que os parâmetros estudados não foram significativos. O valor negativo no diagrama de Pareto para massa demonstra que à medida que diminui a quantidade de massa de bioadsorvente, obtém-se um aumento na capacidade de adsorção, para o valor negativo do

pH, o que indica que à medida que o pH diminui a remoção do corante aumenta, do mesmo modo à medida que o tempo de contato diminui, tem-se melhor capacidade de adsorção.

A interação massa x tempo obteve sinal negativo, isso significa que se houver a diminuição de ambos, obtém-se uma melhor remoção de corante. A interação pH x tempo possui sinal positivo, indicando que ambos interagem e são significativos para o processo de remoção de corante no efluente têxtil.

Para obter o gráfico de superfície, o programa faz codificação dos valores das respectivas variáveis. A codificação apropriada dos dados é um fator importante para a análise da superfície de resposta. Depois disso, as gerações dos modelos-padrão e a verificação da adequabilidade desses modelos são realizadas, fornecendo o resumo adequado da superfície de resposta (COMPARINI et al., 2017). Assim, após a codificação dos valores das respectivas variáveis (remoção, massa e pH), avaliam-se as tendências dos resultados obtidos no planejamento fatorial, conforme a Figura 6.

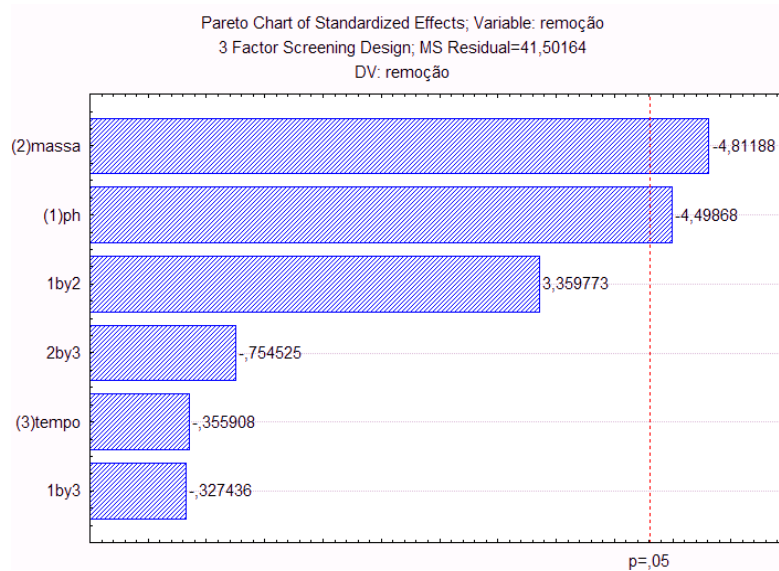
FIGURA 6. Gráfico de superfície para a amostra modificada com HCl



Na Figura 6, através das variáveis apresentadas, nota-se que há uma tendência de melhor remoção em menores valores de pH, ao contrário do pH 3 testado, utilizando valores menores de massa, em vez de 0,01g da massa do adsorvente utilizado.

A Figura 7 (na página seguinte) mostra o Gráfico de Pareto para o biomaterial modificado com hidróxido de sódio (NaOH) com suas variáveis e interações. A figura representa a amostra modificada com NaOH. Foi possível verificar que as variáveis massa e pH foram significativas, resultando em sinal negativo, revelando que, para melhor remoção do corante azul de metileno, deve-se utilizar menor quantidade de massa (< 0,01 g) e menor valor de pH (< 3).

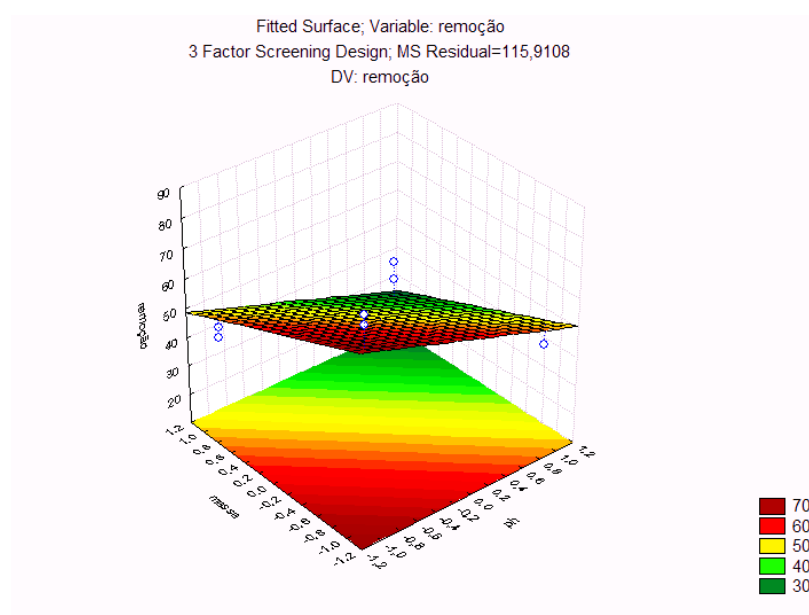
Figura 7. Gráfico de Pareto para o processo de adsorção, amostra modificada com NaOH.



Paiva *et al.* (2015) utilizaram em seu trabalho de adsorção do corante Indosol azul turquesa, 0,5 g de carvão ativado, e obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo, indicando que se deve também reduzir o valor da massa do adsorvente, para obter melhores resultados de remoção. Os autores discutem que o adsorvente possui muitos sítios ativos desocupados, uma vez que a concentração do corante é baixa e o processo de adsorção acontece de forma significativa.

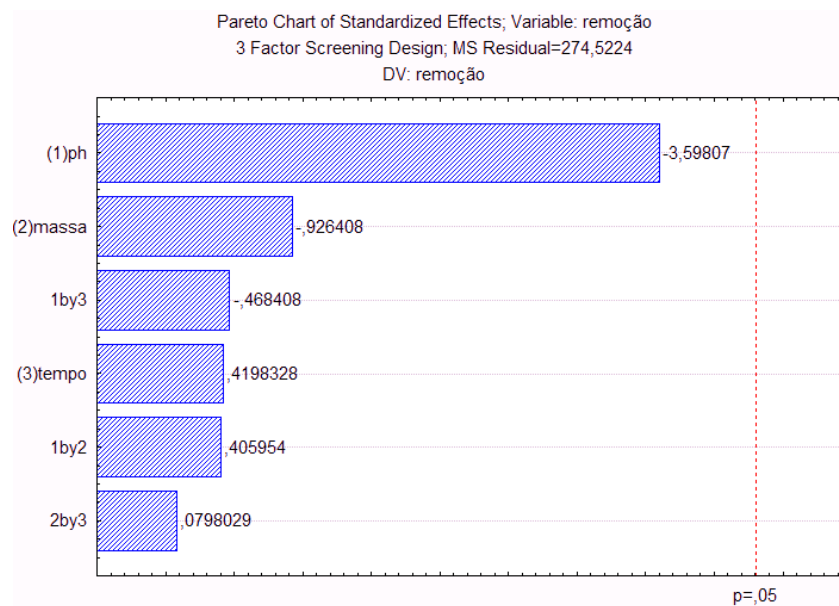
A seguir, encontra-se a Figura 8, representando o gráfico de superfície da amostra modificada com NaOH.

FIGURA 8. Gráfico de superfície para a amostra modificada com NaOH



Na Figura 8, nota-se que a remoção não foi satisfatória, sendo necessário diminuir os valores de massa e pH utilizados, para se obter melhores resultados no processo de adsorção do efluente têxtil. Na Figura 9 encontra-se o Gráfico de Pareto representando as interações para a amostra modificada com metanol.

FIGURA 9. Gráfico de Pareto para o processo de adsorção, amostra modificada com CH₃OH

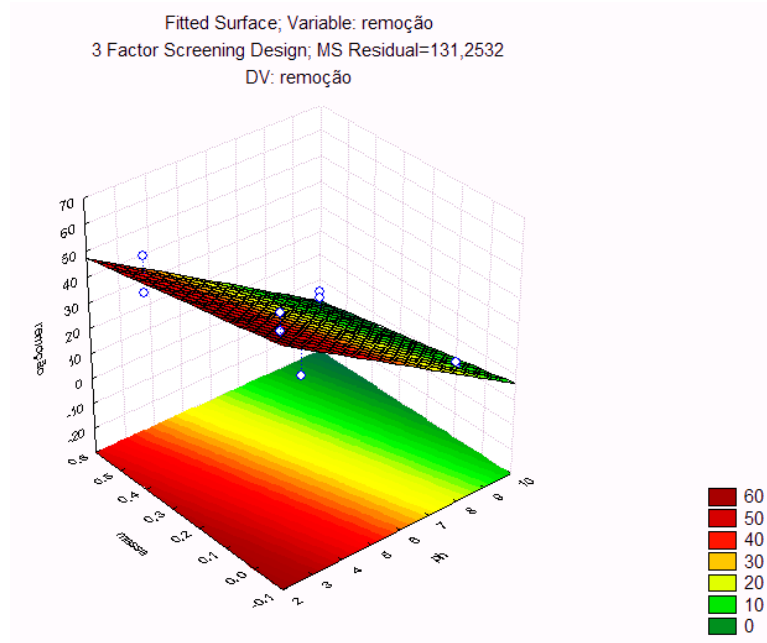


Na Figura 9, é possível verificar que nenhuma das variáveis foram estatisticamente significativas, podendo assim interferir no processo de adsorção. Nota-se que apenas a variável pH teve maior destaque, resultando em sinal negativo e indicando que em valores menores do que o pH estudado, será aumentada a remoção do corante.

Em seguida, mostra-se a variável massa, indicando que em menores quantidades de bioadsorvente do que o estudado, pode-se ter melhor remoção do corante. Posteriormente é possível ver a interação de pH e tempo em que se obteve resultado negativo, indicando que em menores valores do que os estudado pH 3 e tempo 5 minutos, obtém-se melhor remoção do corante. Os resultados com sinais positivos indicam que ambos podem interagir no processo de remoção do corante no efluente têxtil. Em seguida segue a Figura 10 (na página seguinte), representando o gráfico de superfície.

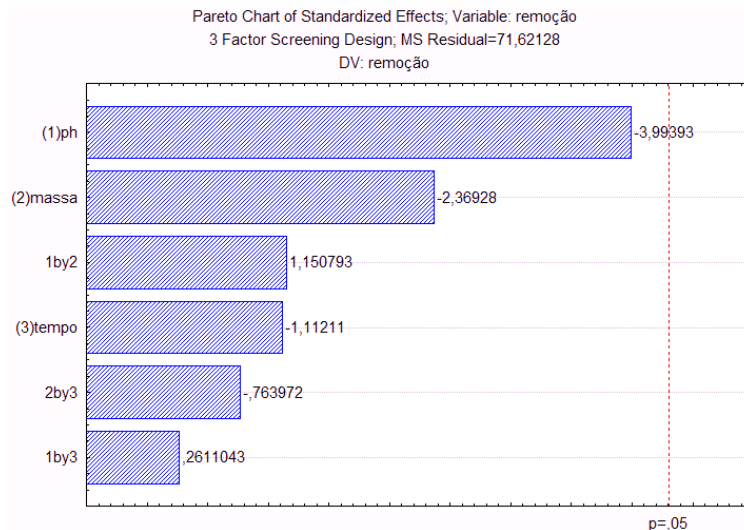
A Figura 10 mostra que se tem a tendência de que, em valores menores de pH do que o testado, a remoção tende a aumentar significativamente com amostras modificadas com CH₃OH. A quantidade de massa utilizada não apresentou valor significativo em comparação com a remoção obtida.

FIGURA 10. Gráfico de superfície para a amostra modificada com CH₃OH



Abaixo tem se a Figura 11 representando o Gráfico de Pareto referente à amostra *in natura*.

FIGURA 11. Gráfico de Pareto para o processo de adsorção, amostra *in natura*

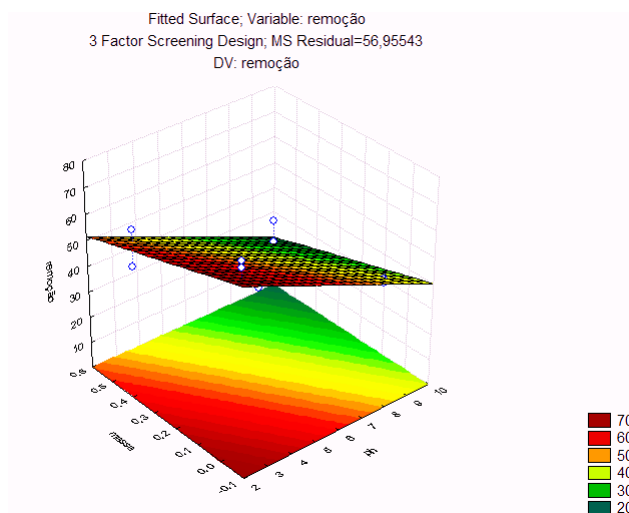


Na Figura 11, é possível verificar que os parâmetros estudados não foram significativos, a ponto de interferir no processo de adsorção. Pode-se notar que apenas a variável pH teve maior destaque, resultando em sinal negativo e indicando que, em valores menores de pH, poderá ser aumentada a remoção. De acor-

do com pH_{PCZ} encontrado, em pH menor que 4, o mesocarpo do coco encontra-se com cargas positivas e irá adsorver espécies negativas, indicando que os sítios superficiais do mesocarpo do coco estão protonados e a superfície da solução carregada positivamente com ions H^+ , favorecendo a adsorção de espécies aniônicas.

Abaixo segue a Figura 12 representando o gráfico de superfície da amostra *in natura*.

FIGURA 12. Gráfico de superfície para a amostra *in natura*



Na Figura 12, é perceptível que a remoção não foi satisfatória, sendo necessário diminuir os valores de massa e pH utilizados, para se obter melhores resultados de remoção de corante no processo de tratamento do efluente têxtil.

Acredita-se que a superfície do bioadsorvente utilizado neste trabalho possui cargas positivamente carregadas em sua superfície por apresentar melhores resultados de adsorção em pH ácido. Mall *et al.* (2006) estudaram a adsorção de um corante ácido (aniônico) em um resíduo da indústria açucareira, o bagaço da cana, e observaram que a adsorção era máxima em pH ácido, pH 3 e 4, e diminui com o aumento do pH.

Para o estudo de remoção do corante, foi calculada a porcentagem de remoção obtida em cada tratamento químico com sucessivas lavagens do bioadsorvente, abaixo segue a Tabela 3 apresenta as maiores remoções obtidas.

TABELA 3. Capacidade de remoção de cor do efluente após tratamento químico

| Tratamento | Modificação do bioadsorvente | Remoção (%) |
|------------|------------------------------|-------------|
| 1 | HCl | 67,69 |
| 2 | NaOH | 81,19 |
| 3 | CH ₃ OH | 61,63 |
| 4 | in natura | 70,83 |

Considerando as melhores remoções para cada material, observaram-se, de maneira geral, as seguintes condições para os tratamentos: (1) 0,01g, 5 min, pH 3; (2) 0,01g, 60 min, pH 3; (3) 0,01g, 60 min, pH 3 e (4) 0,01g, 5 min, pH 3.

De acordo com a tabela acima, observa-se que o melhor resultado de remoção do corante foi aquele em se utilizou o bioadsorvente tratado com NaOH, em seguida o *in natura*, posteriormente o bioadsorvente tratado com HCl e por fim o tratado com CH₃OH.

Todos os resultados obtidos foram melhores e obtiveram pH ácido. A explicação para esse fato está relacionada à interação eletrostática entre o corante e a superfície do adsorvente. De acordo Módenes *et al.* (2011), com o abaixamento do pH, o número de sítios ativos carregados negativamente na superfície do adsorvato diminui devido ao aumento de prótons disponíveis na solução do corante.

Módenes *et al.* (2011), encontraram em seu estudo, utilizando o corante reativo azul 5G pela macrófita *Egeria densa*, remoção de aproximadamente 87% do corante, utilizando-se pH ácido =1. Zanutto e Silva (2016), no estudo de remoção do corante Amarelo Reafix B2R pelo bagaço de malte, obtiveram aproximadamente 85% de remoção do corante em pH ácido= 2.

Pode-se observar que todos os resultados apresentados foram obtidos com quantidade mínima de massa de bioadsorvente. De acordo com Paiva *et al.* (2015), isso se deve ao fato de o bioadsorvente possuir muitos sítios ativos desocupados, uma vez que a concentração do corante no efluente é considerada baixa, tendo assim a fácil remoção do corante. Silva Filho *et al.* (2005) obtiveram 70% em média de remoção do corante remazol black B, utilizando 0,10g de lama vermelha. No presente trabalho, a massa mínima testada foi menor que a dos autores, mostrando eficiência no tratamento de remoção do corante com menor quantidade de bioadsorvente, sendo este um ponto benéfico para tratamento de remoção de corante.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi avaliado o potencial do mesocarpo do coco na adsorção do corante azul de metileno. Ao analisar o poder de adsorção de azul de metileno por rejeito fibroso do coco-da-baía, foi possível investigar a influência das variáveis de processo: massa de adsorvente, tempo e pH do efluente, através da utilização do planejamento experimental 2³.

A máxima capacidade de adsorção alcançada foi com 0,01g de mesocarpo de coco, com tempo de agitação de 60 minutos e pH=3,00. O teste de influência do pH na remoção evidenciou que a biossorção é mais efetiva em meio ácido e quantidade mínimas de massa. Novos estudos devem ser realizados para determinar os valores ótimos de massa, pH e tempo.

Por fim, a partir dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que o mesocarpo do coco apresenta potencial no tratamento de efluentes contendo azul de metileno, quando submetido a condições favoráveis, tendo em vista

que este adsorvente, consideravelmente abundante e de baixo custo quando comparado aos adsorventes químicos, favorece a aplicação em escala industrial, em que o custo envolvido no tratamento do efluentes líquidos é oneroso.

REFERÊNCIAS

COMPARINI, Anaisa et al. Metodologia de superfície de resposta: uma introdução nos softwares R e statistica. Disponível em: <http://conteudo.icmc.usp.br/CMS/Arquivos/arquivos_en-viados/_113_RT_376.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2018.

CUNHA, Bruna dos Santos. *Utilização de biossorventes alternativos na remoção de corantes têxteis*. 2014. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

FREITAS, Fernanda Beatriz Aires de; CÂMARA, Myrelle Yasmine de Fre Itas; MARTINS, Daniel Freitas Freire. *Determinação do PCZ de adsorventes naturais utilizados na remoção de contaminantes em soluções aquosas*. 2015. Disponível em: <http://novo.more.ufsc.br/homepage/inserir_homepage>. Acesso em: 05 dez. 2018.

GUARATINI, C. C. I., ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis, *Química Nova*, 23(2000): 1-21.

MALL, I. D., SRIVASTAVA, V. C., AGARWAL, N. K. "Removal of Orange-G and Methyl Violets dye by adsorption onto bagasse fly ash –kinetic study and equilibrium isotherm analyses". *Yes and Pigments*, 2006.

MARIN, P. et al. Avaliação do efeito da temperatura, pH e granulometria do adsorvente na adsorção do corante azul reativo 5g. *Engevista*, 17(1): 59-68, 2015.

MIMURA, Aparecida M. S. et al. Aplicação da casca de arroz na adsorção dos íons Cu^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} e Zn^{2+} . *Química nova*, 33(6): 1279-1284, 2010.

MÓDENES, Aparecido Nivaldo et al. Utilização da macrófita egeria densa na biossorção do corante reativo 5g. *Engevista*, 13(3): 160-166, 2011.

PAIVA, T. M. N. et al. Estudo comparativo de adsorção de corante têxtil utilizando carvão ativado e conchas de ostras crassostrea rhizophorae. *Anais do X Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, [s.l.], p. 1-10, fev. 2015. Editora Edgard Blücher. <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-1207-20477-177338>.

ROCHA, Otidene Rossiter Sá da et al. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo bf-2r. *Química Nova*, 35(7): 1370-1374, 2011.

SILVA FILHO, Ernesto Batista da et al. Tratamento de efluentes têxteis por adsorção em lama vermelha, in: 23º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 23., 2005, Campo Grande/MS. *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, pp. 1-7.

SILVEIRA, S. S. B.; SANTANNA, F. S. P. *Poluição hídrica*. Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Brasília: PNDU/IPEA, p. 57-84, 1990.

ZANUTTO, Adriane; SILVA, Bruna Cassia da. *Avaliação do bagaço de malte como biosorvente do corante amarelo reafix b2r*. 2016. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

Caracterização do lodo de estação de tratamento de esgoto para aplicação em cobertura de aterros sanitários

Physical characterization of sewage sludge from a wastewater treatment plant for application in landfill cover



Ana Carolina Martins Matos

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (UNIPAM).

e-mail: anacarolina.mm@outlook.com

Nancy Tiemi Isewaki

Especialização em Geometria e Terraplenagem Rodoviária pela Universidade FUMEC.

Professora orientadora (UNIPAM). e-mail: nancyti@unipam.edu.br

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento da composição do lodo de esgoto de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), caracterizando seus parâmetros físicos, visando empregá-lo em camadas de cobertura de aterros sanitários, substituindo o solo, ou como agregado. Utilizando preceitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) quanto à caracterização de solos, os ensaios desenvolvidos foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), com o solo do aterro e o lodo gerado em ETE de Patos de Minas/MG, de modo a conhecer suas propriedades e realizar um comparativo entre estes materiais. Assim, foram caracterizados o solo testado, apto a ser aplicado em camadas de cobertura, e o lodo não qualificado para substituir o solo nas camadas, podendo ser aplicado como agregado. Porém, é válido ressaltar que para tal aplicação é indispensável à realização de novas análises.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de Esgoto. Aterros Sanitários. Caracterização.

ABSTRACT: The present work had the objective to contribute to the knowledge of the composition of sewage sludge from a Wastewater Treatment Plant (WWTP), characterizing its physical parameters, aiming to use it in layers of landfill cover, replacing the soil, or as an aggregate. Using precepts covered by the Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), about the soil characterization, the tests developed were performed at the Soil Mechanics Laboratory of the Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), with the soil present in the landfill and the sludge generated in WWTP, both situated in Patos de Minas/MG, in order to know their properties and to make a comparison between these materials. Thus, the soil tested was suitable to be applied in cover layers and the sludge with

characteristics that do not qualify it to replace the soil in the layers, being able to be applied as an aggregate. However, it is worth mentioning that for such application, it is indispensable to perform new analyzes.

KEYWORDS: Sewage sludge, Landfills covers, Characterization.

1. INTRODUÇÃO

A partir das atividades humanas, considerando o exacerbado crescimento populacional, tem-se a geração de efluentes líquidos (LOPES, 2015). Estes, quando de origem doméstica, são compostos por resíduos, necessitando tratamento prévio, conforme legislação vigente para descarte em corpos d'água, a fim de minimizar sua carga poluidora e não desencadear a perda de qualidade da água. Por isso, é crescente a instalação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), preceito base do saneamento ambiental (FEDRIZZI, 2012).

Entretanto, tal tratamento gera subprodutos, dentre eles um resíduo conhecido por lodo de esgoto (LE), que apresenta variações em relação ao tipo de esgoto do qual deriva, bem como do sistema de tratamento adotado (ANDREOLI *et al*, 1998). De acordo com Damasceno e Campos (1998), sabe-se que o lodo de esgoto normalmente apresenta 98% de água, enquanto que da sua carga de sólidos, 70 a 80 % são matéria orgânica, abrangendo óleos e graxas. Neste lodo, são ainda encontradas quantidades significativas de contaminantes, como metais e agentes patogênicos, refletindo as características do esgoto de que provém.

Como o lodo de esgoto é gerado em demasia, necessitando de um descarte adequado, a viabilidade para aplicá-lo deve ser pesquisada, desenvolvendo-se métodos para a utilização desse resíduo. Dessa forma, realizar a caracterização físico-química e microbiológica do lodo de esgoto é fundamental para determinar se esse resíduo pode ser disposto no meio ambiente, além de apurar se este material necessita ser submetido a algum processo de estabilização e/ou higienização para posterior uso (SILVA, 2013).

A partir disto, há o desenvolvimento nos dias atuais de métodos alternativos de utilização de lodo de esgoto, destacando-se a adubação na agricultura, pelo fato de este lodo ser rico em matéria orgânica. Tal utilização tem seus critérios e procedimentos definidos pela Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2006), para a recuperação de solos degradados, de forma que o lodo seja usado em coberturas de aterros sanitários e na fabricação de produtos cerâmicos (SILVA; CHINELATO e CHINELATO, 2015).

Dentre tais aplicações supracitadas, utilizar o lodo de esgoto para cobertura diária, intermediária e final de aterros sanitários é fato recorrente em alguns países, como Estados Unidos, Canadá, Itália, Noruega, China, Austrália e África do Sul. Tal aplicação é adotada especialmente quando este lodo não apresenta qualidade satisfatória para usos mais nobres, como é na agricultura (PRIM, 2011). Porém, no

Brasil, ainda é uma prática em ascensão, uma vez que tratar o esgoto por meio das ETEs é uma prática recente no país (SILVEIRA, 2014).

De acordo com Prim (2011), para cada milhão da população urbana no Brasil são geradas entre 2,80 a 4,07 mil ton/ano de lodo, sendo que a estimativa populacional de 2017 realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) cita que a população urbana compreende em torno 207 milhões de habitantes. Portanto, se o esgoto desta população fosse inteiramente tratado, representaria uma produção de 579,6 mil a 842,49 mil ton/ano de lodo. Assim, desenvolver estudos que viabilizem a aplicabilidade e o consequente aproveitamento de resíduos como o lodo de esgoto é um meio de contribuir para técnicas e métodos eficientes, que possibilitarão minimizar o acúmulo de tal resíduo no ambiente.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar e comparar, através de ensaios em laboratório, realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), as características físicas do lodo de esgoto bruto proveniente da ETE localizada no município de Patos de Minas-MG, bem como do solo abrangido pelo aterro sanitário do mesmo município, visando analisar se o material alternativo pode substituir o solo ou ser agregado a ele para uso nas coberturas intermediárias e final.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ESGOTO DOMÉSTICO

Em relação ao efluente doméstico bruto, este se compõe de 99,9 % de água e 0,1% de matéria sólida. Esta matéria é então referente aos sólidos orgânicos e inorgânicos, em suspensão e dissolvidos, bem como microrganismos (CAERN, 2014), sendo eles os responsáveis pela necessidade de tratamento para os esgotos.

2.2. SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), atribui-se a tratamento de esgotos a definição de processo de remoção de poluentes, em que o método a ser usado possui relação com suas características físicas, químicas e biológicas.

No que diz respeito ao tratamento de esgotos domésticos, os sistemas para cumprir esse propósito, a princípio, tinham a incumbência de remover a matéria orgânica e os sólidos. *A posteriori*, foi que se considerou realizar a diminuição de outros constituintes, tais como nutrientes e organismos patogênicos, sendo hoje exemplos de sistemas de tratamento de esgotos empregado aqueles que funcionam por meio de processos biológicos, aeróbios e anaeróbios, como lagoa de estabilização, reator UASB, ou lodo ativado (CESAN, 2013).

2.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Denominam-se Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) as unidades operacionais que, por meio de processos físicos, químicos ou biológicos, retiram as cargas poluentes do efluente, seja industrial ou doméstico, retornando para os corpos hídricos as águas servidas, conforme os padrões exigidos pela legislação ambiental (SILVA, 2013).

Quanto ao processo de tratamento do esgoto caracterizado como doméstico, este abrange quatro níveis basilares, sendo preliminares o tratamento primário e secundário (com funções semelhantes) e o tratamento terciário, ou pós-tratamento. Tais etapas têm o propósito de remover os sólidos suspensos, sendo lixo e partículas minerais, remover sólidos dissolvidos, matéria orgânica e organismos patogênicos (ALAMINO, 2010).

Desse processo de tratamento, físico-químico e biológico de esgotos, os subprodutos sólidos normalmente oriundos são os sólidos grosseiros e a areia que são retidos na etapa preliminar, existente em todos os sistemas, bem como a espuma, o lodo primário, o lodo biológico ou secundário e o lodo químico, produzido em estações que possuem processo físico-químico (LIMA, 2010).

2.3.1. Lodo de esgoto

Acerca do lodo de esgoto, Pimentel (2012) elucida que, a despeito da maior parcela dele ser formada de água, considera-se este produto em fase sólida para ser distinguido do tratamento da fase líquida do esgoto, havendo a possibilidade de caracterizar seis tipos de lodo de acordo com estudos de von Sperling (SILVA, 2013), sendo lodo primário, lodo secundário/biológico (biológico aeróbio não estabilizado, biológico aeróbio estabilizado e biológico anaeróbio estabilizado), lodo químico e lodo misto.

Em relação às características do lodo de estação de tratamento de esgoto, esse material pode ser caracterizado como abundantemente rico em matéria orgânica, com elevado teor de umidade e grande concentração de nitrogênio e outros minerais (PRIM, 2011). Ainda, tem-se que a umidade do lodo tem implicação diretamente nas suas propriedades mecânicas.

Porém, o lodo de esgoto pode exibir componentes indesejáveis e danosos ao meio, bem como à saúde humana. A presença de agentes patogênicos no esgoto é inevitável (PIMENTEL, 2012), e é possível estarem contidos no lodo elementos como metais e poluentes orgânicos variados.

2.4. ATERRO SANITÁRIO

Atualmente, a medida legal mais utilizada no Brasil para a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o aterro sanitário é um método fundamentado em critérios de energia e normas operacionais específicas, que garantem um confinamento seguro em quesito de poluição ambiental e proteção à saúde pública

(PRIM, 2011). É uma técnica arquitetada para receber os RSU produzidos pelos habitantes de uma cidade, com base em estudos de engenharia, para minimizar ao máximo os impactos causados ao meio (CONDER, 2010). Deve ser disposto em localização adequada, com elaboração de projeto minuciosa, implantação de infraestrutura de apoio, de obras de controle de poluição e adoção de regras operacionais específicas.

2.4.1. Camadas de cobertura

A adoção de camadas de cobertura em um aterro sanitário faz parte dos seus procedimentos operacionais, em que as camadas executadas ao longo do processo de enchimento de um aterro são denominadas cobertura diária ou intermediária, e as efetuadas ao fim do aterramento, camada de cobertura final (CONDER, 2011).

Basicamente, estas coberturas têm a função de resguardar a superfície das células de resíduos, diminuindo os impactos ao ambiente e contendo infiltrações, o que minimiza a taxa de formação de percolados, prevenindo a migração de gás para o exterior do aterro, amortizando a exalação de odores, suprimindo a proliferação de vetores de doenças e facilitando a recomposição da paisagem, no que diz respeito à cobertura final (PRIM, 2011). Devem também apresentar resistência física e mecânica satisfatória, sobretudo devido ao contato com as intempéries que podem desencadear processos erosivos.

2.4.2. Parâmetros de referência para cobertura de aterros sanitários

De acordo com Pimentel (2012), as normas brasileiras referentes ao projeto, implantação e operação de aterros sanitários, como a ABNT NBR 13896:1997, não exibem especificação técnica no que concerne tanto às propriedades geotécnicas das camadas de coberturas de modo geral, quanto em relação às características físico-químicas.

Para a avaliação e classificação dos materiais a serem utilizados em camadas de cobertura, existem apenas referências internacionais, sendo que para os parâmetros físico-químicos nas camadas de cobertura diárias e intermediárias, Griffin *et al.* (1998) explanam que lodos de ETE empregados devem ser estabilizados e com umidade inferior a 50%. Já em relação ao pH do material, para este ser considerado adequado na impermeabilização de aterros, tanto em camadas de base (inferior) como coberturas (superior), Rocca *et al.* (1993) citam que este deve ser maior ou igual a 7.

Em relação às características geotécnicas, a Tabela 1 a seguir deslinda sobre as referências quanto aos requisitos para cobertura de aterros sanitários.

TABELA 1: Parâmetros de referência para camadas de cobertura de aterros sanitários

| PARÂMETRO | ROCCA ET AL. (1993) | QASIN E CHIANG (1994) | QIAN; KOERNER; GRAY (2002) |
|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Classificação SUCS | CL, CH, SC ou OH | - | Solo rico em areia com argilas (SC) |
| % passante na #200* | > 30% | > 40% | - |
| LL* | > 30% | > 25% | - |
| IP* | > 15% | > 10% | < 50% |

* # 200 (malha da peneira utilizada na análise granulométrica, de diâmetro 0,074 mm); LL (Limite de Liquidez) e IP (Índice de Plasticidade).
 Fonte: Adaptado de Pimentel (2012)

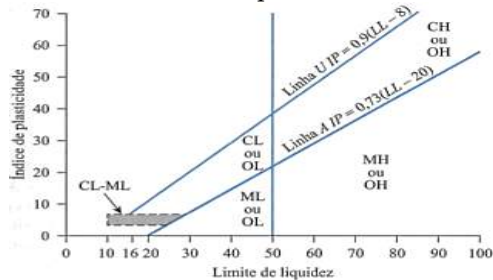
2.5. SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Regularizado pela *American Society for Testing Materials* (ASTM), o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) foi desenvolvido por Arthur Casagrande na década de 1940, em princípio para ser aplicado em construções de aeroportos (PINTO, 2006). Atualmente, são usados também em aterros, estradas e fundações (DNIT, 2006). Esta classificação identifica solos de acordo com as suas qualidades de plasticidade e textura, separando-os em grupos segundo o seu comportamento quando utilizados, por meio do gráfico de plasticidade (Figura 1).

A partir de tal classificação, distinguem-se os solos, sendo na classificação principal, de granulação graúda (mais de 50% em peso retido na peneira nº 200) G ou S, e solos de granulação fina (mais de 50% em peso passando na peneira nº 200) M, C ou O. Além disso, na classificação complementar, existe W, bem graduado; P, mal graduado; H, alta compressibilidade; e L, baixa compressibilidade.

A junção das duas letras, sendo da classificação principal e da complementar, define o tipo de solo analisado, de acordo com a tabela de classificação do SUCS (Tabela 2).

FIGURA 1: Classificação dos solos de acordo com a plasticidade.



Fonte: Das (2007)

TABELA 2: Classificação do solo pelo SUCS

| | | | | |
|---------------|-----------|---------------|--------------------------|--|
| % P #200 < 5 | G > S : G | % P #200 < 5 | GW CNU > 4 e 1 < CC < 3 | |
| | | % P #200 > 12 | GP CNU < 4 ou 1 > CC > 3 | |
| | | 5 < #200 < 12 | GC GM | |
| % P #200 < 50 | S > G : S | 5 < #200 < 12 | GW-GC, GP-GM, etc. | |
| | | % P #200 < 5 | SW CNU > 6 e 1 < CC < 3 | |
| | | % P #200 > 12 | SP CNU < 6 ou 1 > CC > 3 | |
| % P #200 > 50 | C | 5 < #200 < 12 | SC SM | |
| | | % P #200 < 5 | SW-SG, SP-SC, etc. | |
| | | % P #200 > 12 | SC SM | |
| M | O | IP | 7 | |
| | | | 4 | |
| | | | 58 | |

Fonte: Caputo (1988).

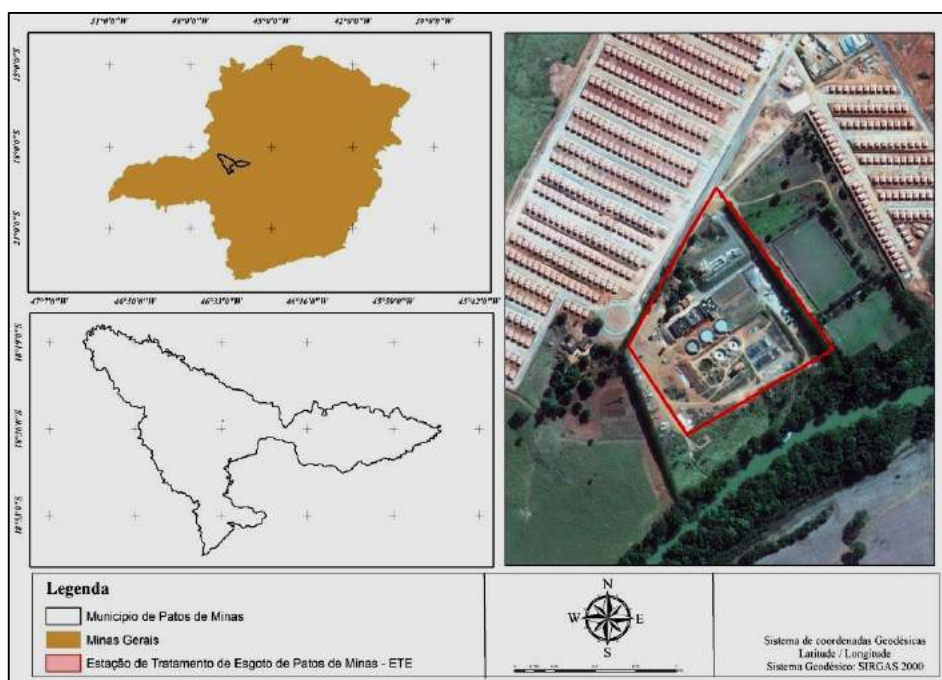
3. METODOLOGIA

3.1. ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE AMOSTRAS

O estudo foi realizado com o uso do lodo de esgoto coletado na ETE situada em Patos de Minas, de acordo com o que dispõe a Norma Brasileira Regulamentadora ABNT NBR 10007:2004 – Amostragem de Resíduos Sólidos. No que diz respeito ao solo usado, este foi coletado no aterro sanitário municipal do município, seguindo a ABNT NBR 9604:2016 – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Patos de Minas-MG, como demonstra a Figura 2, localiza-se em perímetro urbano, na porção noroeste do município, próximo às coordenadas 7.945.775 N; 337.050 E.

FIGURA 2. Mapa de localização da Estação de Tratamento de Esgoto de Patos de Minas-MG



O lodo foi coletado no leito de secagem da ETE (Figura 2), enquanto o local da coleta de solo no aterro sanitário municipal foi na sua área de transbordo, conforme Figura 3 a seguir, sendo o solo desta área utilizada para a cobertura das camadas na célula do mesmo.

Posteriormente, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos do UNIPAM. Com estes materiais foram realizadas as análises físicas.

FIGURA 3. Área de transbordo do aterro, local de coleta do solo



3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Para a realização das análises físicas do lodo de esgoto e solo, foram seguidos os procedimentos estabelecidos pelas ABNT NBR 6457:2016, 6459:2016, 6508:2016, 7180:2016, 7181:2016, 7182:2016.

3.2.1. PREPARO DAS AMOSTRAS

O procedimento seguido para a preparação de todas as amostras, antes de serem iniciados os ensaios, foi a disposição do material utilizado em bandeja para uma rápida secagem ao ar (solo e lodo de esgoto bruto), seguido de destorroamento com auxílio de pistilo, homogeneizando as mesmas (Figura 4).

FIGURA 4. Amostra de lodo bruto disposto em bandeja para secagem



No que concerne a estes ensaios, para cada determinação, deve-se estabelecer repetições de amostras, especificadas nos itens a seguir para cada teste.

3.4. TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade foi determinado antes de qualquer tipo de secagem, de modo a averiguar tal característica antes de qualquer procedimento. Como este é variável de acordo com o ambiente em que se encontra, sempre que necessário, ele foi repetido, como na realização de testes em dias diferentes.

Seguindo as etapas determinadas na ABNT NBR 6457:2016, foram separadas cinco amostras para se obterem diferentes resultados de teores de umidade, de modo a realizar uma média entre estas, estabelecendo maior confiabilidade ao resultado. A determinação do valor do teor de umidade foi dada a partir de cálculo (Equação 1) disposto na norma supracitada.

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(\text{massa amostra úmida} - \text{massa amostra seca}) * 100}{(\text{massa amostra seca})} \quad (\text{Equação 1})$$

3.5. LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

O limite de liquidez seguiu os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 6459:2016. Para obter pontos de ensaio que compreendam um intervalo de 35 a 15 golpes, o procedimento foi repetido por cinco vezes, sendo o intervalo conseguido através da colocação de água destilada no material utilizado ou acrescentando-se mais material que foi preparado previamente. A cada repetição foi retirada uma amostra para determinar o teor de umidade, conforme Equação 1.

A partir da obtenção dessas duas variáveis, foi construído um gráfico, relacionando-os, de maneira a delimitar pontos para traçar uma reta. Foi marcado então na reta delineada no gráfico um ponto referente ao número de golpes 25, número padrão de golpes, sendo esse ponto que determina a relação teor de umidade X nº de golpes, demarcando o limite de liquidez (LL).

Para o ensaio de plasticidade, os procedimentos seguidos são estabelecidos pela ABNT NBR 7180:2016, em que, preparada a amostra, foi retirada uma pequena parcela do material, rolando-o em fios sobre uma placa de vidro, fazendo pressão com as mãos, sendo que este precisa atingir, ao fissurar, um diâmetro de 3 mm.

Cada amostra preparada foi utilizada para determinar o teor de umidade, conforme Equação 1, e conseqüentemente averiguar o limite de plasticidade (LP), sendo repetido por sete vezes. Assim, foi determinado o índice de plasticidade (Equação 2).

$$IP = LL - LP \quad (\text{Equação 2})$$

As Figuras abaixo demonstram como proceder nos ensaios de Limite de Liquidez e Plasticidade, sendo estas ilustrando o ensaio com o solo.

FIGURA 3. Ensaio de Limite de Liquidez



FIGURA 4. Ensaio de Limite de Plasticidade



3.6. COMPACTAÇÃO DO SOLO

Para realizar o ensaio de compactação, foi passado o material na peneira #4 mm, sendo então separadas cinco amostras de mesma massa aferidas em balança, todas dispostas em cápsulas de porcelana, determinando-se para todas as amostras o teor de umidade, conforme Equação 1.

Este ensaio foi desenvolvido apenas para o solo, uma vez que o lodo bruto é de difícil manuseio e não incorporou água da maneira adequada ao ensaio.

O ensaio se deu seguindo a ABNT NBR 7182:2016, ensaio Proctor Normal Manual. Para obter a curva de compactação, devem ser calculadas duas outras variáveis, ρ_n (massa específica natural do solo) e ρ_d (massa específica seca do solo), de acordo com as seguintes equações abaixo.

$$\rho_n \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$\rho_d \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa específica natural do solo}}{(1+\text{teor de umidade})} \quad \text{(Equação 4)}$$

Para o ensaio de Compactação, as Figuras a seguir explanam como ocorreu.

FIGURA 5. Retirada do corpo de prova do anel cilíndrico na Compactação



FIGURA 6. Corpos de prova do ensaio de Compactação com diferentes teores de umidade



3.7. MASSA ESPECÍFICA

A massa específica foi determinada a partir da ABNT NBR 6508:2016, sendo separadas duas amostras de material. Realizado o procedimento, as massas aferidas são utilizadas para o cálculo de massa específica, de acordo com a equação explanada abaixo.

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad \text{(Equação 5)}$$

As Figuras elucidam um dos procedimentos a serem seguidos no ensaio de massa específica, que é a retirada de ar do picnômetro.

FIGURA 7. Retirada de ar por pressão do solo



FIGURA 8. Retirada de ar por pressão do lodo



3.8. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Para a realização da análise granulométrica, foi seguido o procedimento descrito na ABNT NBR 7181:2016, realizando quartejamento e posterior peneiramento grosso e fino da amostra. Deste peneiramento, foram retiradas pequenas amostras que terão determinadas o teor de umidade, de acordo com a Equação 1.

Ao fim, cada amostra de material retido acumulado nas peneiras teve as massas aferidas para se obter o tamanho das partículas, com o intuito de traçar a curva granulométrica e determinar coeficiente de curvatura (C_c) e coeficiente de uniformidade (C_u). A Figura abaixo demonstra como se realizou o peneiramento no ensaio.

FIGURA 9. Peneiramento por agitação



3.9. ANÁLISE DE DADOS

Após a realização dos ensaios com amostras, os dados foram analisados através de uma comparação entre as características do solo do aterro sanitário municipal com o lodo de esgoto bruto, de modo a verificar as semelhanças entre os materiais e a possibilidade da utilização do lodo nas camadas de cobertura diária e intermediária do aterro.

Para desenvolver tal comparativo, foram utilizados, além da literatura existente, preceitos dispostos na norma técnica ABNT NBR 6502:1995 – Rochas e Solos, bem como o que é descrito nas normas que ditaram os ensaios de caracterização.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Abaixo são descritos os ensaios geotécnicos desenvolvidos, de modo a determinar se os materiais testados atendem os critérios descritos para sua utilização em aterros sanitários em relação aos parâmetros físicos. Vale ressaltar que, durante a realização dos ensaios com o lodo seco, ao promover sua reumidificação, este apresentou um forte odor, devido à decomposição da matéria orgânica que o compõe.

4.1.1. Ensaio de Granulometria

As curvas granulométricas dos materiais analisados são ilustradas nos gráficos abaixo.

GRÁFICO 1: Curva granulométrica do solo testado

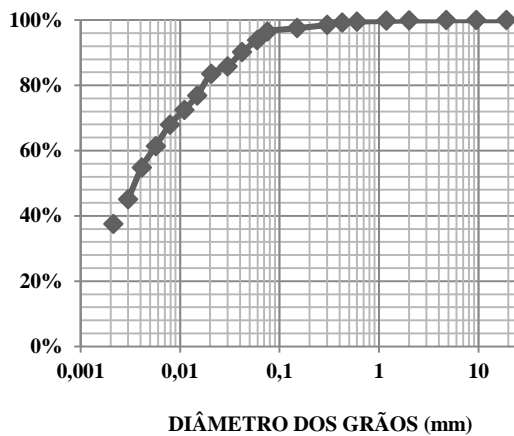
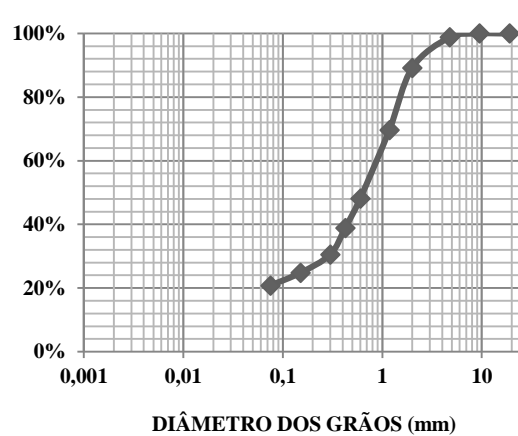


GRÁFICO 2: Curva granulométrica (lodo testado)



No que diz respeito aos critérios para os solos serem utilizados em coberturas de aterros, estes precisam obter uma porcentagem maior do que 30% de partículas passantes pela peneira nº 200, no procedimento de Análise de Granulometria por Peneiramento e Sedimentação, ditado pela ABNT NBR 7.181:2016 (ROCCA *et al.*, 1993). Para os materiais testados, apenas o solo se enquadra neste critério, já que mais de 90% do material são passantes na peneira, diferente do lodo (por volta de 20%).

Já para Qasim e Chiang (1994), o passante na peneira nº 200 precisa ser superior a 40%, de modo que apenas o solo se enquadra, o que implica que o acréscimo de lodo como agregado ao solo aumentaria sua granulometria. Porém, se não ultrapassar os valores estabelecidos, tal diferença não se configura como expressiva.

Em relação à aplicabilidade de materiais em coberturas na literatura, para os materiais testados por Prim (2011), tanto o lodo bruto quanto as misturas de lodo com cal não se aplicam aos critérios supracitados. Já Pimentel (2012) confirma que as misturas de solo com lodo (30 e 45%) testados estão de acordo com o estabelecido por Rocca *et al.* (1993) e Qasim e Chiang (1994).

A partir da granulometria, os materiais podem ainda ser quantificados de acordo com a ABNT NBR 6502:1995, norma que determina os diâmetros do material, de modo que as partículas sejam definidas como pedregulho, areia, silte e argila, sendo os valores de referência, bem como os resultados da análise do solo e do lodo bruto apresentados na Tabela 3.

Para se obter uma verificação dos dados, a análise granulométrica por sedimentação foi realizada, porém, apenas para o solo, visto que o laboratório em que se deram as análises não possuía a solução necessária ao ensaio em quantidade suficiente. O resultado desta análise está expresso na tabela de classificação descrita a seguir, demonstrando as porcentagens encontradas de pedregulho, silte, areia e argila.

Como para o lodo foi realizada apenas a granulometria por peneiramento, considera-se toda a quantidade passante na peneira nº 200 uma composição de areia fina+silte+argila.

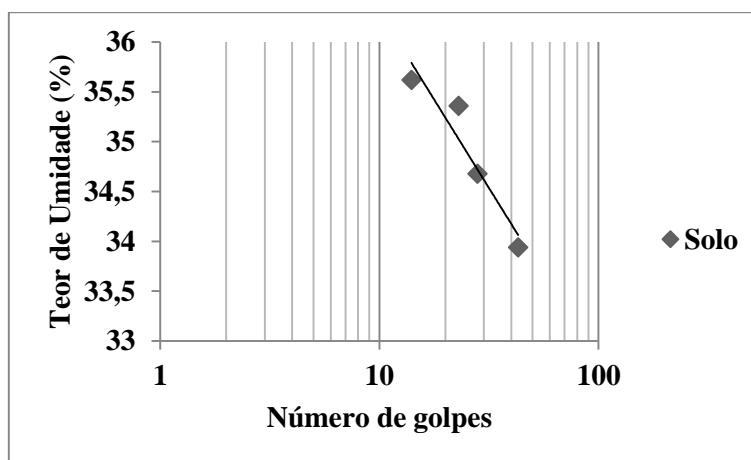
TABELA 3. Quantificação das partículas dos materiais.

| CLASSIFICAÇÃO ABNT NBR 6502:1995 | SOLO (%) | LODO (%) |
|---|----------|---------------------------------|
| Pedregulho: diâmetros entre 2,0 e 60 mm | 0,09 | 10,85 |
| Areia: diâmetros entre 0,06 e 2,0 mm | 6,03 | 68,40 |
| Silte: diâmetros entre 0,002 e 0,06 mm | 56,35 | 20,75 (areia fina+silte+argila) |
| Argila: diâmetros menores que 0,002 mm | 37,53 | - |

4.1.2. Índice de Plasticidade

Em relação ao limite de liquidez do solo, o Gráfico 3 apresenta a curva dos valores encontrados para a determinação deste (ponto referente ao valor de 25 golpes).

GRÁFICO 3. Limite de Liquidez do solo



Os valores referentes ao limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e índice de plasticidade (IP), tanto para o solo do aterro sanitário quanto para o lodo de ETE analisado, estão explanados na tabela a seguir.

TABELA 4: Classificação do Índice de Plasticidade de solo

| MATERIAL | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
|----------|--------|--------|--------|
| SOLO | 34,90 | 20,84 | 14,06 |
| LODO | - | NP | 0 |

De posse desses valores, quanto ao índice de plasticidade, Burmister (1949 *apud* DAS, 2007) categorizou este parâmetro da forma como ilustrado na Tabela 5. Assim, tem-se que o solo testado possui plasticidade média, e o lodo pode ser considerado não plástico (NP), uma vez que a realização do ensaio com tal material não foi possível.

TABELA 5. Classificação do Índice de Plasticidade de solo

| ÍNDICE DE PLASTICIDADE | DESCRIÇÃO |
|------------------------|-------------------------|
| 0 | Não plástico (NP) |
| 1 – 5 | Ligeiramente plástico |
| 5 – 10 | Plasticidade baixa |
| 10 – 20 | Plasticidade média |
| 20 – 40 | Plasticidade alta |
| > 40 | Plasticidade muito alta |

Fonte: BURMISTER (1949) *apud* DAS (2007)

Na literatura, Pimentel (2012), classificando um tipo de solo empregado em aterro, assim como diferentes misturas deste solo com lodo bruto e com lodo caledado, encontrou valores de plasticidade muito alta (solo); média, alta e entre média e alta (lodo). Dessa forma, pode-se inferir que o acréscimo de lodo ao solo diminui sua plasticidade, já que a matéria orgânica minimiza tal característica (ANDREOLI, 2001).

Em relação ao lodo de ETE, Kelm (2014), ao classificá-lo *in natura*, obteve valores elevados de LL (483%) e LP (112%), uma vez que o material absorveu de modo rápido a água, fato relacionado ao elevado teor de matéria orgânica do resíduo. Porém, este lodo, ao ser seco em estufa a 60° C, destorroado, passado na peneira nº 40 (0,42mm), adicionando-se água, fez com que houvesse uma repulsão, e o material não se misturou com ela.

Com isso, não foi possível realizar os testes de LL e LP, de maneira que o material foi classificado como NP, assim como ocorreu com Araújo (2008) e Prim (2011). Alamino (2010) também classificou o lodo bruto como NP. Assim, por meio dos resultados encontrados para os materiais, bem como sua classificação, é possível verificar se tais materiais podem ser utilizados em camadas de cobertura de aterros sanitários.

No que concerne à utilização de materiais para a cobertura dos resíduos, Rocca *et al.* (1993) elucida que o LL seja superior a 30%, assim como o IP deve ser maior que 15%; já Qasim e Chiang (1994) instituem que LL deve ser maior que 25% e IP superior a 10%. Quanto aos materiais analisados, apenas o solo se enquadra nestes valores atribuídos.

Porém, em relação ao valor de IP estabelecido como o ideal por Rocca *et al.*

(1993), o solo testado apresenta valor inferior (14,06%). Por sua vez, este é um valor próximo a 15%, de modo que a diferença não pode ser considerada significativa, não interferindo na sua utilização nas camadas.

Outra referência designada para tal propósito foi estabelecida por Qian, Koerner e Gray (2002), em que se determina como limite máximo de plasticidade indicado para coberturas um IP menor que 50. Assim como para os demais valores de referência supracitados, apenas o solo é classificável, sendo este de aplicabilidade em camadas de cobertura.

Os mesmos autores citam ainda que tal valor de IP é aconselhável, de maneira a se evitar elevada expansão e contração, as quais desencadeariam fissuras e conseqüentemente aumento da permeabilidade, acarretando a probabilidade da infiltração de percolados, gerando a possibilidade de contaminação de águas subterrâneas.

4.1.3. Classificação dos materiais

De acordo com a classificação unificada dos solos (SUCS), que considera os parâmetros granulometria, liquidez e plasticidade, o solo que recobre a área do aterro sanitário analisado é considerado argila de baixa compressibilidade (CL – *low compressible clay*). Já o lodo bruto proveniente do leito de secagem da ETE (área de estudo), foi caracterizado como uma areia fina (SM – *sandy fine*).

No que concerne a tal classificação na literatura, para Prim (2011), ao se realizar tal análise, o lodo bruto também foi classificado como SM (areia com finos ou areia siltosa), bem como as misturas de lodo com cal testadas (5%, 10% e 15%). Fato semelhante ocorreu com Pimentel (2012), para quem as misturas avaliadas (15%, 30% e 45%) de lodo bruto com acréscimo de cal foram determinadas como SM, sendo apenas a mistura de 15% considerada uma areia que apresenta elevadas quantidades de silte e de argila simultaneamente (SC-SM).

Para este modelo de classificação, são considerados que solos argilosos atribuídos para cobertura devem ser aqueles determinados como argilas de baixa compressibilidade (CL), argilas de alta compressibilidade (CH – *clay of high plasticity*), areias argilosas (SC – *sandy clay*) ou então solos orgânicos de alta compressibilidade (OH – *organic soil, high compressibility*) (ROCCA *et al.*, 1993).

Desse modo, a partir dos materiais analisados, tem-se que somente o solo se enquadrava no critério para utilização em cobertura de aterros, além de ser ponderado que o lodo bruto se comporta como uma areia fina.

4.1.4. Massa específica dos grãos

Em relação à massa específica dos grãos, o solo natural apresentou um valor de 2,82 g/cm³. De acordo com Pinto (2006), este então se enquadra na faixa para a maioria dos solos, que abrange valores de 2,65 a 2,85 g/cm³. Quanto ao lodo bruto, este obteve um valor de massa específica de 1,91 g/cm³. Tal valor referente ao lodo

de ETE é próximo aos encontrados na literatura para o material sem ser submetido a tratamentos, em que se observa massa específica de $1,95\text{g/cm}^3$ (LUCENA, 2012); e $1,99\text{g/cm}^3$ (ALAMINO, 2010).

Ainda são encontrados valores inferiores, porém não muito distantes, como entre $1,56$ a $1,76\text{g/cm}^3$, tanto para o lodo bruto, quanto para lodo acrescido de cal (PRIM, 2011); e $1,66$ e $1,68\text{g/cm}^3$ para o lodo bruto (KELM, 2014). Esta oscilação de valores, de acordo com Lucena (2012), pode ser associada às características do esgoto de cada região, bem como ao sistema de tratamento usado nas estações de cada localidade.

Solos com valores maiores de massa específica apresentam menor porosidade total, arejamento e condutividade hidráulica (ALAMINO, 2010), sendo então propícios para aplicação em camadas de cobertura de aterro, minimizando a possibilidade de infiltração, de forma a atenuar a taxa de formação de percolados, o que desencadearia uma provável contaminação das águas subterrâneas.

Desse modo, utilizar o lodo para tal finalidade implica adotá-lo de maneira a não interferir significativamente nesta propriedade do solo. Como este apresenta valores baixos em relação à maioria dos solos, sua aplicação provocaria a diminuição da massa específica. Porém, deve-se buscar associá-lo de forma que não intervenha expressivamente, incorporando-o como agregado, em quantidades que não impactariam negativamente no valor.

CONCLUSÕES

- (i) O lodo apresenta maior granulometria que o solo analisado, sendo um material não plástico, classificado como areia fina (SM); já o solo é uma argila de baixa compressibilidade (CL) e possui plasticidade média de 14,06%;
- (ii) para a massa específica, o lodo bruto apresentou valor compatível ao encontrado nas literaturas consultadas. Porém, não há referências que expressem qual massa específica tal material deve abranger para sua aplicabilidade em aterros sanitários;
- (iii) a partir dos resultados encontrados, tem-se que o solo utilizado nas camadas de coberturas do aterro analisado enquadra-se nos parâmetros de aplicabilidade para coberturas diárias e intermediárias. Já o lodo bruto abrange características não favoráveis, tanto estruturais, quanto ambientalmente;
- (iv) para garantir confiabilidade aos resultados, devem ser realizados testes de permeabilidade para os materiais testados, bem como fazer a repetição dos testes.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6457: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 6502: Rochas e Solos*. Rio de Janeiro, 1995.
- _____. *NBR 6508: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica*. 2016.
- _____. *NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 7182: Solo - Ensaio de compactação*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 9604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – Procedimento*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. *NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.
- ANDREOLI, C V. *et al. A gestão dos biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto doméstico*. 24. ed. Curitiba: Sanepar, 1998. 12 f. Trabalho desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico - PROSAB.
- ANDREOLI, C. V. *Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final*. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.
- ALAMINO, R. de C. J. *A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados: viabilidade, aplicação e biodisponibilidade de metais*. 2010. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- _____. *Resolução CONAMA n° 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências*. Publicada Diário Oficial da República Federativa do Brasil, n° 167, de 30 de agosto de 2006.

CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. *Tratamento de esgoto*. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=12037&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=null>>. Acesso em: fev. 2017.

CAPUTO, H. *Mecânica dos solos e suas aplicações*. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1988.

CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento. *Apostila Tratamento de Esgoto*. 2013. 15 p.

CONDER, 2010. Companhia de desenvolvimento urbano do estado da Bahia. *Manual de Operação de Aterros Sanitários*. 28 p.

CONDER, 2011. Companhia de desenvolvimento urbano do estado da Bahia. *Resíduos Sólidos e sua destinação final*. 220 p.

DAMASCENO, S.; CAMPOS, J. R. Caracterização de lodo de estação de tratamento de esgotos para uso na agricultura, in: *Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental*, 1998, Lima. XXVI Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Lima, 1998, v. 1.

DAS, B. M. *Fundamentos de Engenharia Geotécnica*. 6. ed. São Paulo: Thompson Learning, 2007.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

FEDRIZZI, F. *Aproveitamento de lodo de esgoto na produção de artefatos de concreto – tubo de concreto de seção circular*. 2012. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

GRIFFIN, R. A. *et al.* "Municipal Sewage Sludge Management at Dedicated Land Disposal Sites and Landfills", in: LUE-HING, C. et al (comp.). *Water Quality Management Library. Volume 4: Municipal Sewage Sludge Management: A Reference text on Processing, Utilization and Disposal*. 2. ed. Lancaster: Technomic Publishing Company Book, 1998, p. 409-486.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?&t=resultados>>. Acesso em: nov. 2017.

KELM, T. A. *Avaliação do uso de lodo de estação de tratamento de esgoto na estabilização de materiais para pavimentação*. 2014. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

LIMA, M. R. P. *Uso de estufa agrícola para secagem e higienização de lodo de esgoto*. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 288 p.

LOPES, T. R. *Caracterização do Esgoto Sanitário e Lodo Proveniente de Reator Anaeróbio e de Lagoas de Estabilização para Avaliação da Eficiência na Remoção de Contaminantes*. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

LUCENA, L. C. F. L. *Estudo de aplicação de misturas solo lodo em base e sub-base de pavimentos*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE, 2012.

PIMENTEL, F. J. G. *Aproveitamento de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto em Camada de Cobertura de Aterro Sanitário*. 2012. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PINTO, C. S. *Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas*. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PRIM, E. C. C. *Utilização de lodo de estações de tratamento de água e esgoto como material de cobertura de aterro sanitário*. 2011. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

QASIM, S.R., CHIANG, W. *Sanitary Landfill Leachate – generation, control and treatment*. Technomic Publishing Co., Inc, 1994.

QIAN, X.; KOERNER, R. M.; GRAY, D. H. *Geotechnical Aspects of a Landfill Design and Construction*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2002.

ROCCA, A.C. *et al. Resíduos Sólidos Industriais*. São Paulo: CETESB, 1993.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Tratamento de esgotos*. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49>>. Acesso em: fev. 2017.

SILVA, C. R. L. da; CHINELATTO, A. L.; CHINELATTO, A. S. A. Viabilidade da incorporação do lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) em massa cerâmica para produção de blocos. *Cerâmica*, [s.l.], 61(357): 31-40, 2015. FapUNIFESP (SciELO). SILVA, J. M.

Higienização do Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto para Utilização como Material de Cobertura de Aterro Sanitário. 2013. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVEIRA, L. R. da. *Aspectos geotécnicos e ambientais para a disposição adequada de lodo de esgoto.* 2014. 193 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

Avaliação do processo de verificação intermediária de calibração de instrumentos em laboratório de análise ambiental

Evaluation of the process of intermediary verification of instrument calibration in environmental analysis laboratory



Diego Roberto Silva

Graduado em Ciências Biológicas pela Faculdade Cidade de Patos de Minas. Responsável técnico e gerente de projetos e qualidade do Laboratório Água e Terra Ltda.
e-mail: diego@labaquaeterra.com.br

Fernando Dias da Silva

Doutor em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenador do curso de Engenharia Química e do Núcleo de Inovação Tecnológica do UNIPAM.
e-mail: fernandosilva@unipam.edu.br

RESUMO: A veracidade metrológica é um dos maiores empecilhos para o aumento da rentabilidade dos processos e da qualidade. A ISO/IEC 17025:2005 normatiza o controle de qualidade aplicado ao escopo do laboratório. A utilização de metodologia simples e de baixo custo, como a gravimetria atendeu bem ao processo com resultados satisfatórios. A necessidade do controle de temperatura se torna o maior interferente nos resultados. Os resultados obtidos com rentabilidade de 90% dos instrumentos demonstram a eficiência do processo que imprime maior veracidade e qualidade aos ensaios, evitando desvios corriqueiros causados pela influência da exatidão na quantificação dos parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Metrologia. Qualidade. Exatidão.

ABSTRACT: Metrological accuracy is one of the greatest hindrances for the increase of the processes and quality profitability. ISO/IEC 17025:2005 normatizes the quality control applied to the objectives of the laboratory. The use of simple and low cost methodology, such as gravimetry, attended well the process with satisfactory results. The need for temperature control interferes excessively in the results. The results obtained with 90% profitability of the instruments demonstrate the efficiency of the process that prints out more veracity and quality to the essays, by avoiding everyday detours caused by the influence of accuracy in the parameters quantification.

KEYWORDS: Metrology. Quality. Accuracy.

1. INTRODUÇÃO

A implementação de sistema de gestão da qualidade tem como objetivo garantir o fornecimento de produtos e serviços eficientes, sem falhas e perdas progressivamente menores (ALBANO, RAYA-RODRIGUEZ, 2009).

Segundo a ISO/IEC 17025:2005 (ABNT, 2005), o laboratório é responsável pela utilização de métodos e procedimentos apropriados para todos os ensaios e calibrações presentes em seu escopo. A inclusão de todos os processos inclui, além de ensaios, amostragem, manuseio, transporte, armazenamento e preparação dos itens a serem ensaiados. Um dos maiores problemas presentes na metrologia é a medição para se verificar a precisão dos instrumentos e sua confiabilidade no funcionamento (PINHEIRO, 2007). A medição é um meio de conhecimento, e não existem dúvidas ao se afirmar que existe um grande aumento da rentabilidade nos processos e sua qualidade com a certeza das medições.

A exatidão é a grandeza mais procurada pelos instrumentos utilizados nas medições metrológicas. A ISO/IEC 17025:2005 (ABNT, 2005) determina que todo equipamento e software deve ser capaz de alcançar a exatidão requerida e deve atender as especificações datadas pelo ensaio a ser realizado. A norma ainda indica que todo equipamento deve ser calibrado ou verificado antes de ser utilizado, e seu resultado deve atender aos requisitos dela.

Ainda assim, os instrumentos devem passar por controles que têm como objetivo avaliar a sua operacionalidade e a confiabilidade da sua calibração, sendo realizado de acordo com o procedimento definido e pela própria equipe do laboratório. Essa atividade é chamada de verificação intermediária da calibração que identifica as principais variáveis que interferem no resultado analítico final (ALBANO, RAYA-RODRIGUEZ, 2009).

A maior parte dos equipamentos usados em laboratórios identifica-se como instrumentos de medição. Destes, os mais utilizados são as vidrarias de medição, com grande exatidão e variação de volumes. O uso de tais equipamentos é constante e pode possuir grandes oscilações com a variação de sua calibração. A verificação de vidrarias de medição assegura maior veracidade aos ensaios, e promove a confiabilidade na calibração, evitando assim a oscilação e tendências nas medições. A verificação e a avaliação do erro de medição apresentado por esses instrumentos são o objetivo principal desta pesquisa. A verificação da interferência causada pela utilização dos equipamentos e a deterioração com o tempo foram avaliadas como precursores dos erros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. METROLOGIA

O registro inicial das medições metrológicas teve início com as monarquias francesa e inglesa como parte de controle administrativo e fiscal. Na Inglaterra

ra, por volta do século XVII, o Exchequer conseguiu manter estáveis, no reino de Elizabeth I, para a melhoria da qualidade dos processos utilizados, padrões de medida usados na calibração dos instrumentos de medição comerciais. Assim deu-se início às primeiras confecções, que foram a jarda e o galão de 1634, o *wine pottle* e o *grain quart* de 1641 (DIAS, 1998).

Na França, desde 1614, os Estados Gerais controlavam a unificação dos pesos e medidas e, em 1668, Colbert forneceu a fundição de novos padrões para a cidade de Paris. Entretanto, encontraram resultados desanimadores ao tentar fixar uma constante física como base do sistema ou uma relação numérica entre suas unidades (DIAS, 1998).

A metrologia chegou ao Brasil em meados de 1532, referindo-se pertinen- temente à fiscalização dos mercados no município de São Vicente, fato que ga- nhou grande impulso com a vinda da família real para o país em 1808. Em 28 de janeiro de 1811, por exemplo, um decreto real criava o lugar de medidor na Al- fândega da Capitania da Bahia, sendo o mesmo posto criado em 29 de agosto de 1816, na Alfândega da Capitania de Pernambuco (DIAS, 1998).

2.2. METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE

O estabelecimento da normalização de uma maneira fácil para a socieda- de é um processo complexo e envolve um sem-número de aspectos da vida eco- nômica. Neste domínio estão incluídos, entre muitos outros, a fixação de condi- ções para cálculos ou projetos, para o emprego de materiais e produtos industri- ais, para a segurança na execução ou uso de obras, equipamentos ou instalações; condições básicas para aceitação ou recebimento de matérias-primas, produtos semiacabados ou acabados; método de ensaio; padronização e uniformização de características de elementos de construção, aparelhos, produtos industriais, de- senhos e projetos; e terminologia, classificação e convenções gráficas para concei- tos, grandezas e sistemas. Esta complexidade, porém, não se esgota nos aspectos técnicos, tendo importantes implicações políticas e sociais (DIAS, 1998).

Nos países industrializados, a percepção das vantagens técnicas e econô- micas da padronização de produtos e processos industriais foi quase uma decor- rência natural da uniformização de pesos e medidas alcançada ao final do século XIX e do impacto continuado da tecnologia sobre o processo produtivo. O próprio Estado assumiu, por vezes, atribuições importantes nessa área, estabelecendo normas compulsórias, os chamados regulamentos técnicos, para produtos e ati- vidades que envolvessem risco para o cidadão ou consumidor. Neste caso, as áreas reguladas e as formas de fiscalização e punição do setor produtivo passa- ram a compor a agenda pública. Por outro lado, na ausência de interesse direto do Estado, o estabelecimento de normas exigiu o consenso entre indústrias que competiam no mesmo mercado nacional ou no mercado internacional, bem como mecanismos de verificação de sua aplicação (DIAS, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram realizados na empresa Água e Terra Análise Ambiental. O procedimento realizado deu-se através da análise gravimétrica, indicada pela NBR 11588 (ABNT, 1989).

3.1. PESO ESPECÍFICO

O peso específico inicial da água osmosificada com avaliação de massa específica esteve entre 20 e 23° C. O valor encontrado identificou-se através da aplicação dos dados obtidos nas pesagens, que se realizaram em quintuplicata, na Equação 1.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Posteriormente à medição da massa específica da água osmosificada, esta foi refrigerada em estufas com estabilização a temperatura de 20 graus centígrados. Todas as medições se realizaram em quintuplicata, utilizando a Equação 2:

$$\rho = \frac{m_{cheia} - m_{vazia}}{V \cdot 1 + \alpha(T-20)} \quad (2)$$

Todas as unidades de massa foram referidas em unidade de gramas e o volume encontrado, em mL. O alfa disposto na Equação 2 mostra a variação do material referente à constante de dilatação térmica.

3.2. AVALIAÇÃO GRAVIMÉTRICA

Todas as medições gravimétricas são realizadas em balança analítica com precisão de quatro casas decimais. Todos os equipamentos dispostos a secagem promovida deram-se através de compostos cetônicos, evitando o contato com calor intensivo para assim não apresentarem dilatação térmica de seus materiais. A água é transferida para os equipamentos previamente tarados para verificação de pesagem. O tratamento dos dados apresenta o desvio-padrão amostrado por cada instrumento e seu erro padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas a seguir, seguindo o limite apresentado pela norma mais utilizada para a definição de limites de tolerância, a ASTM (American Society for Testing and Materials). De acordo com a

norma, a aparelhagem volumétrica de classe A, que é a indicada para realização de análises quantitativa, apresenta grande rigor metrológico.

TABELA 1. Tolerância de medição de Provetas

| Capacidade (mL) | Tolerância Classe A |
|-----------------|------------------------|
| 5 | 0,05 |
| 10 | 0,10 |
| 25 | 0,17 |
| 50 | 0,25 |
| 100 | 0,50 |
| 250 | 1,00 |
| 500 | 2,00 |
| 1000 | 3,00 |

Fonte: Adaptado de ASTM

TABELA 2. Tolerância de Pipetas

| Capacidade (mL) | Tolerância Classe A |
|-----------------|------------------------|
| 1 | 0,006 |
| 2 | 0,006 |
| 5 | 0,01 |
| 10 | 0,02 |
| 20 | 0,03 |
| 25 | 0,03 |
| 50 | 0,05 |
| 100 | 0,08 |

Fonte: Adaptado de ASTM

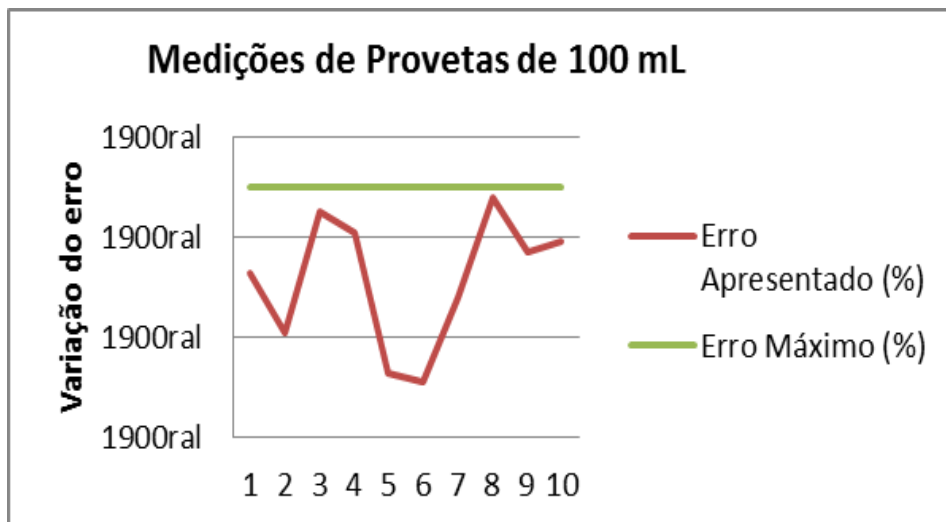
TABELA 3. Tolerância de Balões

| Capacidade (mL) | Tolerância Classe A |
|-----------------|------------------------|
| 10 | 0,02 |
| 25 | 0,03 |
| 50 | 0,05 |
| 100 | 0,08 |
| 250 | 0,10 |
| 500 | 0,12 |
| 1000 | 0,20 |

Fonte: Adaptado de ASTM, 1

As figuras seguintes apresentam as variações encontradas em determinadas vidrarias, comparadas com seus limites de tolerância.

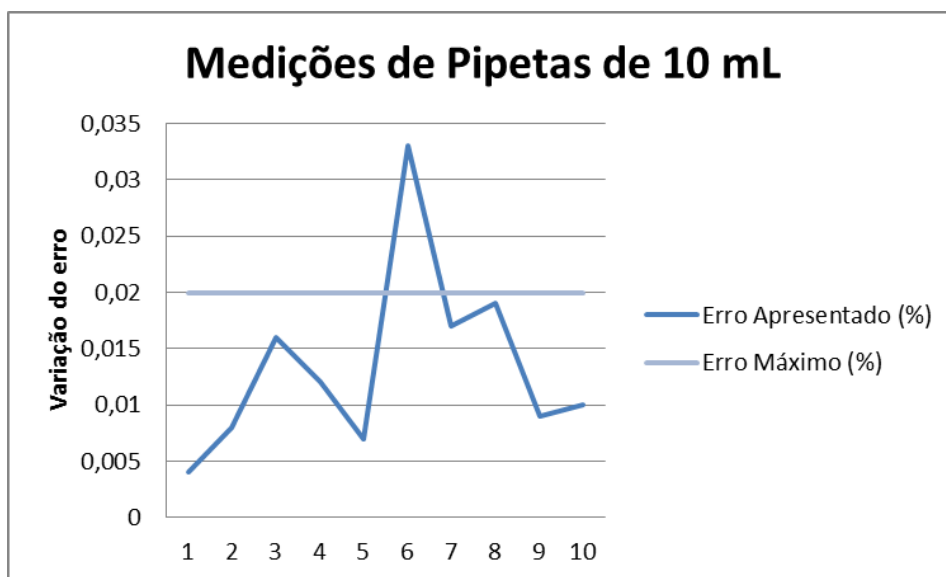
FIGURA 1. Avaliação de provetas



Fonte: Silva, 2017

Como apresentado na figura acima, o procedimento foi realizado em dez instrumentos volumétricos, tendo apresentado resultado satisfatório, com 100% de aproveitamento. Este modelo de vidraria possui uma maior variação de erro, devido a sua menor precisão na medição.

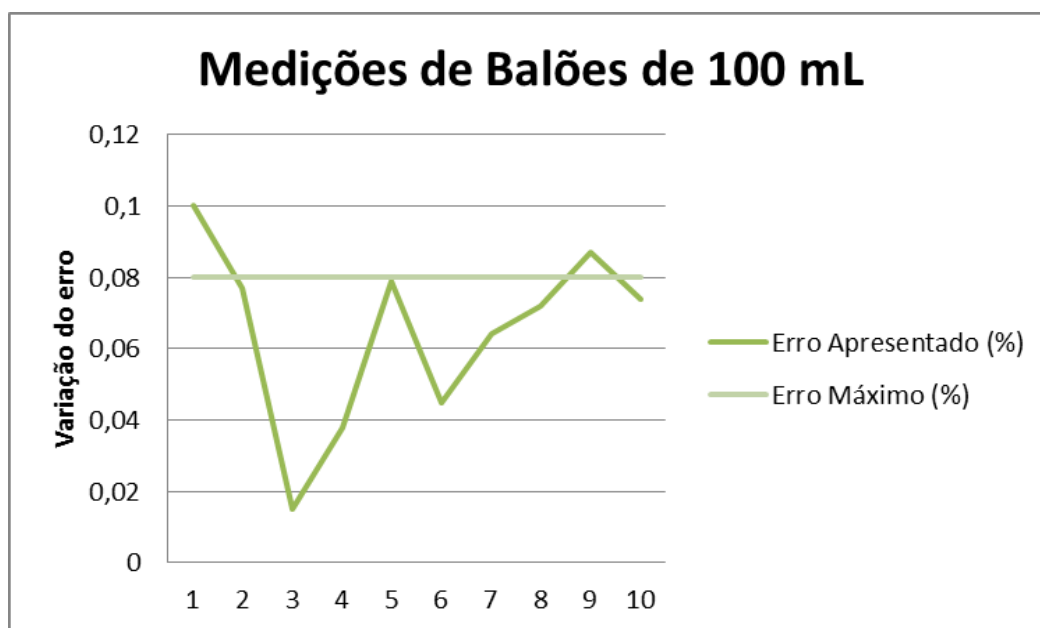
FIGURA 2. Avaliação de pipetas



Fonte: Silva, 2017

O procedimento foi realizado como o anterior, no entanto, nesse caso, foi observado que um dos instrumentos obteve erro de medição maior que o erro máximo. A explicação para tal situação pode se dar pelo fato de o erro máximo apresentado ter maior rigorosidade que o anterior, levando em consideração que pipetas são extremamente precisas em suas medições. Outro potencial interferente encontra-se no desgaste corriqueiro do equipamento com o aumento do tempo de uso.

FIGURA 3. Avaliação de balões



Fonte: Silva, 2017

Já o procedimento realizado em balões apresentou duas deficiências em relação ao erro máximo permitido. Tais deficiências, assim como anteriormente, dão-se pelo maior rigor na precisão deste modelo de instrumentos de medição volumétrica.

Como observado, é possível notar a variação de erro para cada instrumento, tendo valores distintos em relação ao erro máximo e, em alguns casos, a extrapolação de tal erro, inviabilizando assim o uso desses instrumentos para medições quantitativas. A maior parte dos instrumentos analisados apresentou resultados satisfatórios, confirmando a eficiência da sua calibração. A interferência destes resultados na incerteza dos ensaios pode acarretar possíveis falhas na qualidade do processo, alterando a eficiência das medições e causando interferência no resultado analítico. A verificação destes instrumentos apresenta o que foi pressuposto inicialmente.

5. CONCLUSÃO

O estabelecimento de um programa de verificação intermediária da calibração de instrumentos de medição, além de atender a uma necessidade técnica e normativa, pode proporcionar ao gestor uma ferramenta útil e eficaz, que resultará em economia e na otimização dos ensaios. Para verificação do bom estado dos instrumentos calibrados, faz-se necessário que seja implementado um programa de monitoramento, que deve ser planejado, implementado e acompanhado pela gestão da qualidade, garantindo que seja de fato incorporado à rotina do laboratório com sucesso e bons resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 11588. *Vidraria volumétrica de laboratório. Métodos de aferição da capacidade e de utilização* (1986).

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 17025. *Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração* (2005).

ALBANO, Felipe Medeiros; RAYA-RODRIGUEZ, Maria Teresa. *Validação e Garantia da Qualidade de Ensaios Laboratoriais*. Porto Alegre: Rede Metrológica do Rio Grande do Sul, 2009.

DIAS, José Luciano de Mattos. *Medida, normalização e qualidade: aspectos da história da metrologia no Brasil: História da metrologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ilustrações, 1998. 292 p. Disponível em: <<http://repositorio.bom.org.br:8080/jspui/handle/2050011876/189>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

PINHEIRO, Paulo César C. *Noções gerais sobre metrologia: curso de pós-graduação em Energia Nuclear*. Belo Horizonte: UFMG, 2007 (apostila).

Desenvolvimento de um *chatbot* para auxílio no processo de aprendizagem através do método de memorização exponencial efetivo na base binária

*Development of a chat-bot for aid in the learning process through the effective
exponential memorization method on the binary base*



Gleicy Tatiane de Lima

Graduanda do curso de Sistemas de Informação (UNIPAM). e-mail: gleicylima@unipam.edu.br

Mislene Dalila da Silva

Mestrado Profissional em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia.
Professora do UNIPAM. e-mail: mislene@unipam.edu.br

RESUMO: A pesquisa realizada buscou desenvolver uma tecnologia voltada para facilitar o aprendizado dos discentes. Trata-se da criação e desenvolvimento de um *bot* para auxiliar os indivíduos que queiram aprender e reter o conhecimento em sua memória, através do MMEEBB, que irá enviar notificações sobre o que necessita recordar, para que a informação fique consolidada em sua memória. Uma vez que essas tecnologias têm ocupado grande espaço de tempo na vida das pessoas, em especial jovens estudantes, realizou-se uma pesquisa exploratória com o levantamento das tecnologias mais práticas e de uso vinculado a redes sociais para se ter uma melhor aceitação do público-alvo. As tecnologias utilizadas foram Visual Studio 2017 em C# , Telegram

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia. Bot. MMEEBB.

ABSTRACT: The objective of this research was to develop a technology that aimed at facilitating the learning of students. It is the creation and development of a bot to help individuals who want to learn and retain knowledge in their memory through MMEEBB, which will send notifications about what they need to remember, so that information is consolidated in their memory. Since these technologies have taken up a lot of time in the lives of people and especially young students, an exploratory research has been carried out with the survey of the most practical technologies and of linked use to social networks to have a better acceptance in the target audience. The technologies used were Visual Studio 2017 in C #, Telegram.

KEYWORDS: Technology. Bot. MMEEBB.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com a evolução das modalidades de ensino, os métodos para o processo de ensino e aprendizagem vêm sofrendo constantes transformações, e tem-se o desenvolvimento de diversas teorias que balizam essas mudanças e proporcionam métodos e estruturas para sua consolidação.

Atualmente, as informações saltam aos olhos de cada pessoa no nosso planeta a todo momento, com muitas informações trafegando em todos os lugares. São tantas que, no fim de um longo dia, fica difícil para um indivíduo, principalmente um discente, assimilar todas elas, e principalmente guardá-las, já que no próximo dia começa tudo de novo.

Para a maioria dos estudantes que recebem testes de avaliação de ensino no fim de algum período, relembrar informações que já foram vistas há certo tempo é muito difícil. Isso acontece porque o cérebro humano armazena poucas informações em curto prazo e perde informações que não são repetidas em longo prazo (FERREIRA, 2014). Considerando o trabalho com inverso conceitual da *Forgetting Curve*, de Herman Ebbinghaus, o Método de Memorização Exponencial Efetivo na Base Binária (MMEEBB) que apresenta a Curva de Memorização Efetiva (CME), essa curva se empenha em garantir a efetividade e a memorização do que foi aprendido, mesmo após semanas ou anos, quando se utilizam o Intervalo de Recordação do Aprendizado (IRA) e os Mapas de Conhecimento Estruturado (MCE) corretamente.

Tendo em vista a Curva Normal de Gauss, focada no aprendizado, os métodos trabalhados nesta pesquisa são destinados a 90% da população que necessita de guias e métodos para efetivar qualquer habilidade nos vastos domínios que lhe for apresentada. Segundo a mesma curva, entre os 10% restantes da população, 5% não conseguem efetivar o aprendizado conforme esperado e os outros 5% não demandam guia para aprender, são autossuficientes. O foco, portanto, do desenvolvimento do aplicativo, são as pessoas normais e motivadas em aprender.

Partindo desta visão, o uso das técnicas de memorização em intervalos de tempo pré-estabelecidos pela taxa IRA do MMEEBB consiste em garantir que o indivíduo não perca o conhecimento adquirido, bem como facilitar a retenção dos conhecimentos anteriores na aquisição de um novo.

Conforme a curva de esquecimento (*Forgetting Curve*) proposta e apresentada por Ebbinghaus (1885), na qual se representa a taxa de decaimento da aprendizagem do indivíduo ao longo do tempo, caso não haja processos de fixações e reforços de memorização efetiva, o esquecimento é logo esquecido, tanto que, passado uma semana, a retenção por uma pessoa normal (os 90% citados) chega apenas a 9% do retido em relação ao dia em que foi adquirido.

Desta forma, o desenvolvimento do aplicativo utilizando o MMEEBB permitirá ao aluno aprender efetivamente o conhecimento adquirido, mantendo permanente na memória. Ele se apresentará apto, cognitivamente, nas habilidades e competências do curso ou do conteúdo a ser recebido. Estar fisicamente apto a exercê-las dependerá dos objetivos do curso e do grau de aprendizagem prática destinada

a cada curso, mas novamente o MMEEBB é fundamental para a perenidade das habilidades e competências.

Baseado nessas informações, propõe-se uma aplicação mobile que mostre ao indivíduo quando e qual informação ele deve reter para que ela fique retida na memória através do MMEEBB. Por meio desta aplicação, o indivíduo terá um melhor rendimento e sucesso na memorização de conhecimentos abstraídos. A seguir, apresenta-se o referencial teórico que orientará a respeito do proposto projeto e dos objetivos do estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este item aborda os conceitos e temas necessários a respeito da área de desenvolvimento do trabalho. Todos os itens aqui citados são de total importância para garantir o sucesso do Aplicativo desenvolvido.

2.1. SOBRECARGA COGNITIVA

Segundo Miller, a capacidade de armazenamento de informações que não envolvem processos cognitivos de um indivíduo é de 7 ± 2 . Depois de muitas pesquisas ele concluiu também que, quando a informação é muito complexa, nossa mente a divide em blocos, dessa forma, fica mais fácil a memorização de um número grande ou de notas musicais desordenadas (MILLER, 1956).

Já Cowan (2001), em seus estudos, relata que na memória de curto prazo, é possível reter apenas quatro informações ao mesmo tempo, e ainda afirma que para cada nova informação é necessário que se abra mão de outra mantida no cérebro até então (COWAN, 2001).

As memórias sensoriais, de curta e longa duração trabalham juntas formando a estrutura cognitiva humana e ela somente consegue processar um número limitado de informações que variam entre 5 a 9 elementos de cada vez. Após 25 anos de estudos, pesquisadores internacionais refinaram a regra 7 ± 2 , conjunto chamado de Teoria da Carga Cognitiva, desenvolvida por John Sweller (2003).

Segundo Sweller (2003), aprende-se melhor quando a quantidade de informações passadas ao aluno for conciliável com a capacidade de compreensão humana (SWELLER, 2003). Medina destaca que nosso cérebro não é multitarefa no quesito atenção. Quando se trata de outro nível, como usar as duas mãos para tocar piano, e conversar e falar ao mesmo tempo, ele é sim multitarefa. Porém, no quesito atenção, como ler um livro chato e querer pensar em outro assunto, não é possível (MEDINA, 2009).

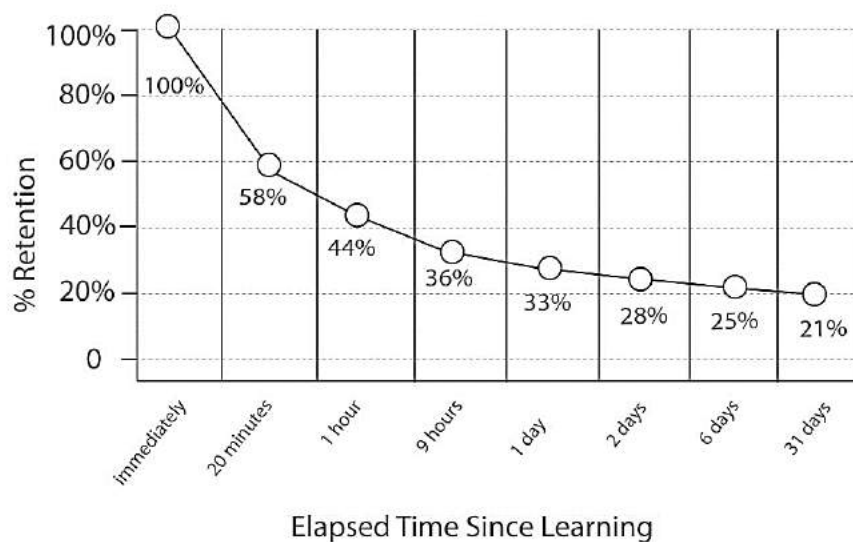
2.2. A CURVA DO ESQUECIMENTO NA VISÃO DE HERMAN EBBINGHAUS

Primeiro cientista a desenvolver testes de inteligência, Herman Ebbinghaus trouxe várias informações importantes sobre o aprendizado e a memorização.

Com seus testes e pesquisas, ele concluiu que se aprende com muito mais facilidade estímulos que fazem sentido do que estímulos que ainda nunca nos foram apresentados. Para essa conclusão ele fez testes levando em consideração tempo de apresentação do estímulo e a resposta a ele. O cientista concluiu também que a exaustão de conhecimento prejudica no aprendizado, assim como um longo espaço de tempo sem repetir a mesma informação. Ou seja, a informação deve ser repetida com o espaço e tempo determinados (EBBINGHAUS, 1885)

A Figura 1 apresenta a curva do esquecimento. A perda de conhecimento mostrada no gráfico é muito significativa, ela determina o seguinte: perde-se uma grande quantidade do que foi ensinado logo após ter aprendido, e com o passar do tempo, caso a informação não seja repetida, sobra uma pequena fração de informação no cérebro. No imediato momento do aprendizado, tem-se 100% de absorção do conhecimento, porém, logo após vinte minutos, o conhecimento absorvido cai para 58%, e no período de 31 dias sem repetir a informação, esse conhecimento cai para 21%. Através da curva do esquecimento conclui-se o quanto a repetição da informação é extremamente importante para a absorção do conhecimento adquirido.

FIGURA 1. *Forgetting curve* Training Industry.



Fonte: Adaptado Training Industry, (2016)

2.3. MÉTODO DE MEMORIZAÇÃO EXPONENCIAL EFETIVA NA BASE BINÁRIA (MMEEBB)

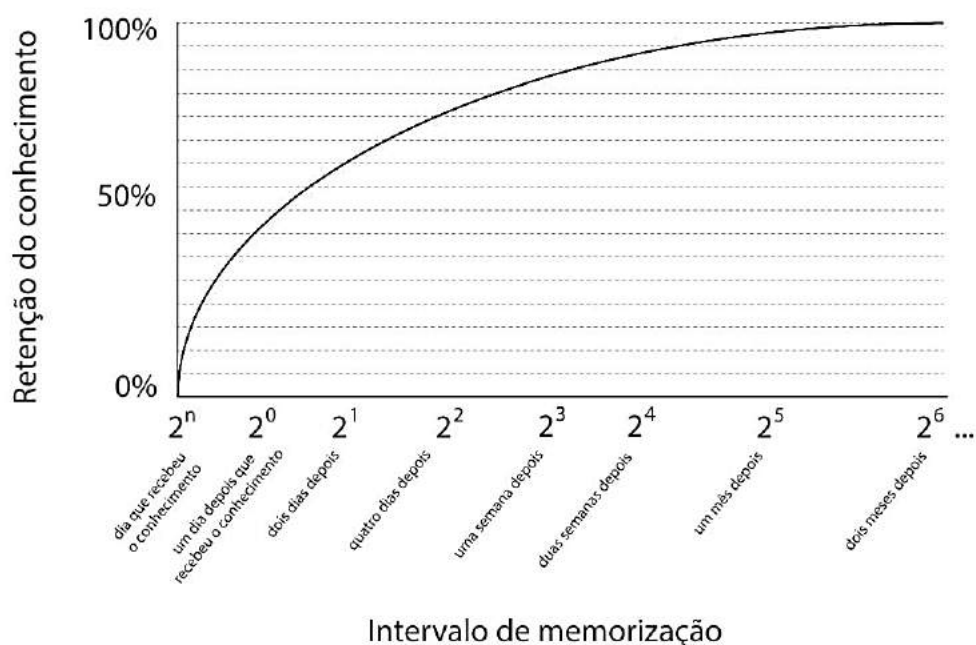
O Método de Memorização Exponencial Efetivo na Base Binária (MMEEBB) é o inverso conceitual da *Forgetting Curve* de Hermann Ebbinghaus. Isso porque o MMEEBB apresenta a Curva de Memorização Efetiva (CME) gerada pelo Intervalo do Reforço do Aprendizado (IRA) em dias. Já a Curva de Memorização Efetiva

(CME) é gerada pelo Intervalo de Reforço de Aprendizado (IRA) (valor máximo de intervalo temporal), em que: $IRA = 2^n$ e $n = [0,1...14]$.

A CME mostra quando o indivíduo tem que recordar a informação para reter o conhecimento em sua memória. Nesta curva, não interessa quando você esquece a informação, mas quando você vai ter que memorizar para não perder o conhecimento. Para isso, utiliza-se o IRA da CME para evitar que os conhecimentos adquiridos se percam e somente sejam úteis para se ter o mínimo necessário para o objetivo do curso ou informação.

Na Figura 2, observa-se que a CME é efetiva e exponencial, assim como a *Forgetting Curve* é exponencial, só que utilizada para a retenção do conhecimento, com aplicação de reforços de memorização.

FIGURA 2. Curva de Memorização Efetiva



Fonte: Adaptado de Dias *et al.* (2014)

Como pode ser observado na Figura 2, a tendência do conhecimento é manter-se perene de acordo com o reforço 2^n . A cada 2^n o conhecimento recebido deve ser lembrado para que a informação seja consolidada. Isso através da utilização do processo exponencial de potência na base 2 para se obter o valor, em dias, do intervalo de reforço do aprendizado, que mantém o conhecimento permanentemente disponível na memória de longo prazo, descartando-se problemas de patologias cerebrais no aprendiz.

Fato testado empiricamente por Dias *et al.* (2009), para quem, depois de certo tempo, o 2^n apresenta valores em décadas. Isto demonstra o fato de pessoas

idosas recordarem todos os fatos de sua infância e adolescência e não se lembrarem fatos da semana anterior, por exemplo. Este fenômeno é explicado devido ao fato de a memória guardar e ter acessos às informações através de pontes eletroquímicas. Este processo tem como objetivo adotar métodos de memorização das informações abstraídas para que estas não se percam e não se convertam em dados esquecidos em um longo período. Por exemplo, após seis meses ou um ano, você pode esquecer um conteúdo aprendido em uma disciplina dentro da sala de aula.

A partir deste método, recomenda-se um apoio conceitual em intervalos de tempo, propondo repetições em dias de 2ⁿ, para que o conhecimento adquirido fique memorizado pelo indivíduo (receptor) enquanto este não tenha nenhum problema ou doença que impossibilite o cérebro de executar esta atividade. Com a aplicação desta metodologia, a memorização torna-se extensa e ativa (DIAS *et al*, 2009).

Este conhecimento pode ser reforçado de formas diferentes, não apenas lendo resumos, mas também através da releitura de textos ou da repetição de exercícios. O reforço ativo é algo a se utilizar sempre que possível, ou seja, aplicando o conhecimento adquirido, promovendo debates em conversas com temas aderentes, fazendo autoquestionamentos e outros mais.

O indivíduo que opte por utilizar este método de aprendizagem deve seguir rigorosamente o planejamento 2ⁿ (intervalo temporal máximo) e, a cada intervalo, o conteúdo deve ser revisado. O método prevê o que fazer quando tal intervalo não é obedecido, passando por um protocolo de avaliação considerando em qual valor de n deverão ser reiniciados os reforços.

2.4. DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICAÇÕES MOBILE

Segundo Tori (2010), as necessidades de mudanças tecnológicas na educação vêm sendo propostas desde a década de 1990, e com esse crescimento, a educação ganhou novas perspectivas com a aprendizagem baseada nas tecnologias interativas, o que proporciona o acesso das multidões ao conhecimento, que antes só era possível por meio de um professor presente (TORI, 2010).

Desde a virada do século XXI, a tecnologia tem crescido de forma constante. Em poucos anos, os computadores grandes e robustos foram facilmente substituídos por celulares que não são mais apenas celulares e sim computadores de bolso. Com eles é possível fazer praticamente tudo que antes só era possível com um computador de mesa, como, por exemplo, acessar e responder um e-mail, acessar sua conta bancária e até mesmo participar de uma videoconferência.

Com essas mudanças, veio a crescente quantidade de aplicações mobile, que são aplicações que funcionam nesses celulares. As aplicações mobile são criadas e atualizadas para substituir com perfeição alguma aplicação que antes só funcionava em um computador de mesa, e existem também aquelas que são criadas somente para celulares.

Um dado interessante que podemos ressaltar, retirado do site Teleco, é o

constante crescimento de aquisições de aparelhos celulares pelos brasileiros. Dados da Anatel indicam que o Brasil terminou janeiro de 2017 com 163,8 milhões de celulares pré-pagos (TELECO, 2017).

2.5. TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

Atualmente é muito difícil fazer qualquer tarefa na área da educação sem o uso de tecnologia. A tecnologia tem sido primordial quando se trata de ensinar de forma lúdica, moderna e interessante aos olhos dos alunos.

Quando se trata de aulas no modelo “tradicional”, é possível ver o descontentamento e o desinteresse nos olhares da maioria. Isso acontece porque o nosso cérebro consegue assimilar melhor o conteúdo diante de imagens, áudios, vídeos e não apenas diante de centenas de palavras lançadas ao quadro negro. Isso torna as aulas mais interessantes, dinâmicas e interativas. Por esse motivo, instituições de ensino têm procurado cada dia mais modernizar as formas de ensino com o auxílio da tecnologia. Existem hoje no mercado softwares, programas, aplicativos e até jogos que auxiliam no aprendizado.

As mudanças ocorridas pelos avanços tecnológicos e o crescente uso da *web* na vida cotidiana levam à necessidade de os professores adquirirem novos conhecimentos e novas posturas para ensinar. É preciso entender as novas tecnologias não somente para bem aplicá-las, mas também, e principalmente, para saber orientar os estudantes, explorando ao máximo sua capacidade e as potencialidades das ferramentas digitais.

Lévy (2000) propõe uma mudança qualitativa nos processos de aprendizagem. Novos métodos e formatos de hipermídia proporcionam maior interatividade, abolindo a distância. Nesse novo panorama, o professor deve coordenar a aprendizagem cooperativa apoiada por um computador, isto é, o professor e o aluno aprendem simultaneamente, atualizando de forma contínua seus saberes disciplinares e suas competências pedagógicas.

Segundo Tori (2010), as aplicações da *web* 2.0 vêm se difundindo com muita agilidade, designando novos costumes. Os estudantes já estão usufruindo dessa tecnologia cotidianamente. Sendo assim, a *web* 2.0 acaba sendo abordada nas salas de aula, mesmo se não forem aplicadas com intuito educacional, pois os próprios nativos digitais se encarregaram de fazê-lo indiretamente, trazendo seus assuntos para dentro do espaço de aprendizado.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa refere-se à criação e ao desenvolvimento de um *bot* para auxiliar os indivíduos que queiram aprender e reter do conhecimento em sua memória através do MMEEBB, enviando notificações sobre o que necessita recordar, para que a informação fique consolidada em sua memória.

Diante dessa problemática, foram definidas estratégias que contribuíram com a sua concretização, que foi a coleta de informações relevantes sobre as vantagens do uso de tecnologia no ensino. Foi realizado o levantamento e estudo dos requisitos necessários para a construção do *bot* através de artigos científicos, livros e sites relacionados ao tema.

O passo seguinte foi a elaboração tanto dos protótipos do *bot*, quanto do documento de requisitos, para visualizar todas as interações feitas por usuários. Em seguida, foi iniciado o processo de codificação, com a produção das funções do sistema, como a integração do *bot* com as redes sociais. As tecnologias usadas para o desenvolvimento do projeto foram:

- Visual Studio
- Adobe Photoshop;
- Microsoft Word;
- Telegram

4. RESULTADOS

Projetos desenvolvidos atualmente precisam ter a capacidade de mudar e adaptar-se constantemente às novas tecnologias. Este projeto iniciou-se com o objetivo de ser um aplicativo para celulares que auxiliasse os discentes nos estudos e na memorização dos conteúdos vistos há algum tempo.

Depois de algumas pesquisas e observações de como os usuários têm se comportado na busca por tecnologias mais simples, e mais fáceis de usar, o projeto deixará de ser desenvolvido como aplicativo para se tornar um *bot*. Talvez essa palavra ainda seja desconhecida para muitos, porém, não é uma tecnologia recente, pois tem sido muito utilizada nos dias atuais, pelo fato de automatizar procedimentos repetitivos, feito para ajudar pessoas. A palavra *bot* vem de *robot*, que, em inglês, significa “robô”. Um *bot* seria um robô existente apenas em formato digital.

Outro motivo para ser feito um *bot* é o fato de ele ser integrado às redes sociais, o que facilita muito quando se trata de usuários da geração Z, que quase nunca estão desconectados de suas redes, o que vai facilitar muito na interação do *bot* e do aluno.

Existem diversas plataformas para desenvolvimento de um *bot*, e para diversas redes sociais. O primeiro passo foi estudar qual rede social melhor se adaptava a alunos, e claro, que tivesse a possibilidade de desenvolver o *bot*. O *Facebook Messenger* foi a rede social escolhida para hospedar o *bot* deste projeto. Ele foi escolhido por ter uma popularidade bem maior que as outras redes e assim poder abranger um maior número de usuários.

Na imagem a seguir foram importadas as bibliotecas necessárias e desenvolvidas algumas funções de controle do *bot*. Foi criada a classe *BotPibic2017*, e a demais funções foram acrescentadas pelo próprio VisualStudio.

FIGURA 3. *Camada de Controle*

```

4 using System.Web.Http;
5 using Microsoft.Bot.Builder.Dialogs;
6 using Microsoft.Bot.Connector;
7
8 namespace BotPibic2017
9 {
10     [BotAuthentication]
11     public class MessagesController : ApiController
12     {
13         /// <summary>
14         /// POST: api/Messages
15         /// Receive a message from a user and reply to it
16         /// </summary>
17         public async Task<HttpResponseMessage> Post([FromBody]Activity activity)
18         {
19             if (activity.Type == ActivityTypes.Message)
20             {
21                 await Conversation.SendAsync(activity, () => new Dialogs.RootDialog());
22             }
23             else
24             {
25                 HandleSystemMessage(activity);
26             }
27             var response = Request.CreateResponse(HttpStatusCode.OK);
28             return response;
29         }
30
31         private Activity HandleSystemMessage(Activity message)
32         {
33             if (message.Type == ActivityTypes.DeleteUserData)
34

```

Fonte: *PrintScreen*, Visual Studio, 2018

Na imagem abaixo estão sendo configuradas as classes de diálogos do *bot*, em que foram definidas as perguntas e respostas.

FIGURA 4. *RootDialog*

```

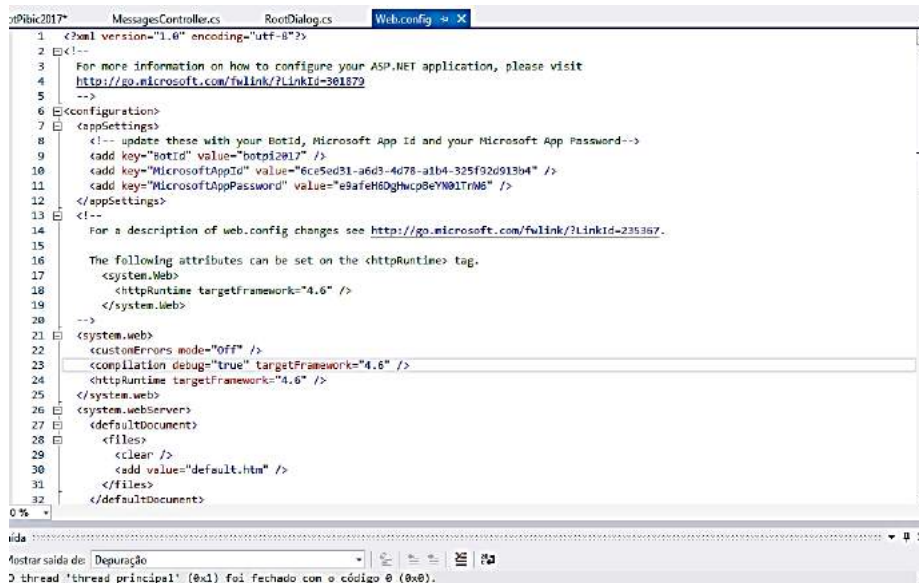
1 using System;
2 using System.Threading.Tasks;
3 using Microsoft.Bot.Builder.Dialogs;
4 using Microsoft.Bot.Connector;
5
6 namespace BotPibic2017.Dialogs
7 {
8     [Serializable]
9     public class RootDialog : IDialogContext
10     {
11         public Task StartAsync(IDialogContext context)
12         {
13             context.Wait(MessageReceivedAsync);
14
15             return Task.CompletedTask;
16         }
17
18         private async Task MessageReceivedAsync(IDialogContext context, IAwaitable<object> result)
19         {
20             var activity = await result as Activity;
21
22             // calculate something for us to return
23             int length = (activity.Text ?? string.Empty).Length;
24
25             // return our reply to the user
26             await context.PostAsync($"*voce enviou {activity.Text} com {length} caracteres*");
27
28             context.Wait(MessageReceivedAsync);
29         }
30     }

```

Fonte: *PrintScreen*, Visual Studio, 2018

Na aba *web.config*, foram configuradas as variáveis de acesso e conexão para que o Visual Studio se comunique com o *Emulador* de conversação, que seria basicamente uma tela que emula o código e o transforma em um “bate papo”.

FIGURA 5. *Web.Config*.



```

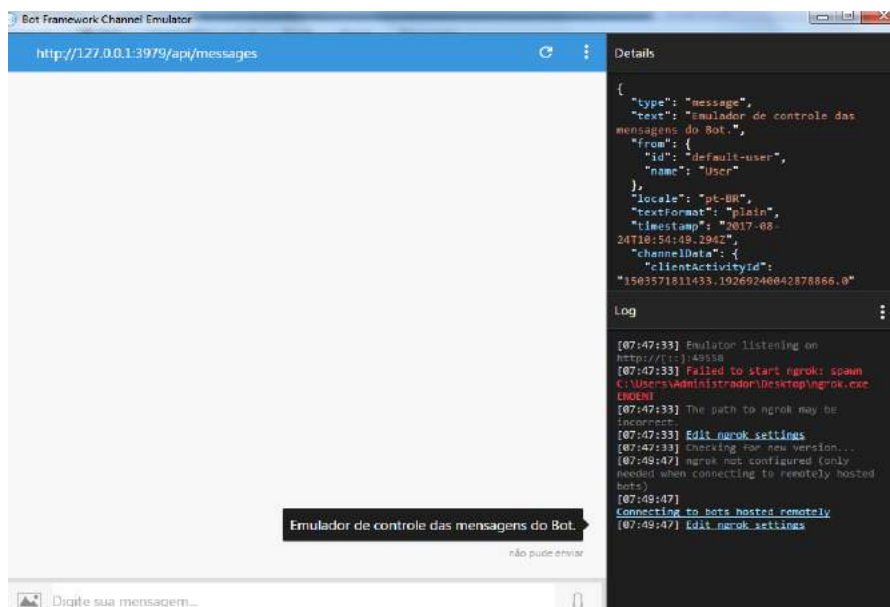
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <!--
3 For more information on how to configure your ASP.NET application, please visit
4 http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=301872
5 -->
6 <configuration>
7   <appSettings>
8     <!-- update these with your BotId, Microsoft App Id and your Microsoft App Password-->
9     <add key="BotId" value="botpi2017" />
10    <add key="MicrosoftAppId" value="6ce5ed31-a6d3-4d78-a1b4-325f92d913b4" />
11    <add key="MicrosoftAppPassword" value="e9afe60ghucp8eYw01TrM6" />
12  </appSettings>
13  <!--
14  For a description of web.config changes see http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=235367.
15  The following attributes can be set on the <httpRuntime> tag.
16  <system.web>
17    <httpRuntime targetFramework="4.6" />
18  </system.web>
19  -->
20  <system.web>
21    <customErrors mode="Off" />
22    <compilation debug="true" targetFramework="4.6" />
23    <httpRuntime targetFramework="4.6" />
24  </system.web>
25  <system.webServer>
26    <defaultDocument>
27      <files>
28        <clear />
29        <add value="default.htm" />
30      </files>
31    </defaultDocument>
32  </system.webServer>

```

Fonte: *PrintScreen*, Visual Studio, 2018

Por fim, na Figura 6, em que é apresentada a tela do Emulador, as interações acontecem, e nelas foram feitos os testes e as inserções necessárias para que o *bot* realmente possa ser usado pelos discentes.

FIGURA 6. *Emulador Bot*



```

{
  "type": "message",
  "text": "Emulador de controle das mensagens do Bot.",
  "from": {
    "id": "default-user",
    "name": "User"
  },
  "locale": "pt-BR",
  "textFormat": "plain",
  "timestamp": "2017-08-24T18:54:49.294Z",
  "channelData": {
    "clientActivityId": "1503571811433_19269246842878866_0"
  }
}

```

```

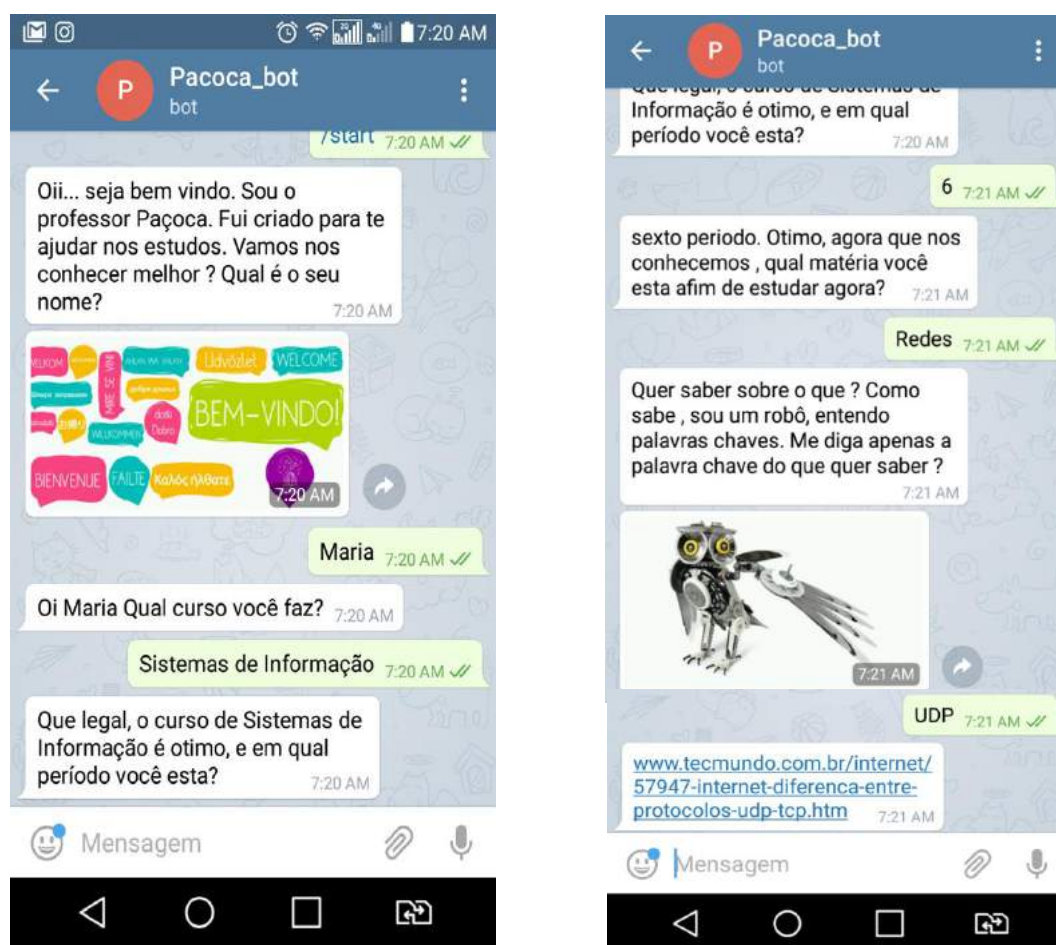
[07:47:33] Emulator listening on http://127.0.0.1:49518
[07:47:33] Failed to start ngrok: spawn C:\Users\Administrador\Desktop\ngrok.exe ENOENT
[07:47:33] The path to ngrok may be incorrect. Edit ngrok settings
[07:47:33] Checking for new version...
[07:49:47] ngrok not configured (only needed when connecting to remotely hosted bots)
[07:49:47] Connecting to bots hosted remotely
[07:49:47] Edit ngrok settings

```

Fonte: *PrintScreen*, BotFramework, 2018

Na Figura 77, é apresentada a interface de comunicação do *bot* com o usuário. Quando o usuário realiza uma interação, automaticamente o *bot* começa um questionamento para ter mais informações detalhadas sobre o usuário, podendo assim personalizar a interação e modelar o ensino da melhor forma. Depois disso, ele envia uma notificação para o usuário questionando sobre qual conteúdo ele deseja acessar. A partir dessa interação, o bot poderá enviar para o usuário informações relevantes sobre a matéria em que ele precisa de mais atenção. Além disso, o bot poderá enviar imagens, links e documentos para aumentar a qualidade dos conteúdos de informações para os usuários.

FIGURA 7. Conversa do bot com usuário



Fonte: PrintScreen, Telegram, 2018.

CONCLUSÃO

Trabalhar o conceito do *bot* para auxílio da memorização no ensino-aprendizagem é uma ferramenta de apoio à aprendizagem, pois disponibiliza aos alunos as informações necessárias sobre o que ele deve priorizar naquele momento. Com

isso, esses alunos podem ter todo o seu ensino mapeado, focando apenas no que realmente é necessário.

Para o tipo de projeto proposto, concluiu-se que os *chatbots* são mais interativos com os discentes do que os aplicativos, por serem ferramentas de auxílio ao usuário a uma rotina repetitiva.

Como projetos futuros, propõe-se a integração desse *chatbot* a ambientes de aprendizagem, tornando-o um objeto de aprendizagem. Seria um recurso virtual utilizado por alunos e educadores no mesmo ambiente. Esse recurso dentro de um ambiente de aprendizagem virtual faria com que os alunos pudessem usar os recursos e serem avaliados por eles. Sugere-se também que o recurso possa ser usado em redes sociais com maior índice de uso, como, por exemplo, o Whatsapp.

Outra função a ser desenvolvida futuramente é mapear as respostas dos usuários e posteriormente aplicar um questionário para eles, mapeando suas dificuldades e assim enviar conteúdos de forma automática, direcionando para suas dúvidas. Portanto, o *chat-bot* possibilitará aos aprendizes tratar e memorizar o ensino de forma pontual, facilitando o aprendizado e memorizando-o.

REFERÊNCIAS

AREMG. *Associação de Apoio Residência Médica*. Disponível em: <<http://www.arem.org.br>>. Acesso em 01 fev. 2017.

COWAN, Nelson. The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24 (2000): 87-185.

DIAS, D. C; COSTA, N. da S.; LIMA, L. V. *Projeto e implementação de recursos didáticos multimídia interativos para melhoria do ensino de disciplinas de engenharia de computação*. Buenos Aires: COPEC, 2009.

FERREIRA, Daniela Carvalho Monteiro *et al.* *Mapas de conhecimento estruturado: proposta de uma nova abordagem metodológica de ensino e aprendizagem*. *Educere et Educare* (versão eletrônica), 9 (2014): 505-514.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34, 2000.

MEDINA, John. *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*. Seattle: Pear Press, 2009.

MILLER, George. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 101(2): 343-352, 1956.

SWELLER, J. "Evolution of human cognitive architecture", in: ROSS, B. *The Psychology of Learning and Motivation*. San Diego: Academic Press, 2003, p. 215-266.

TELECO. *Dispositivos Móveis*. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>. Acesso em: 08/fev./2017.

TORI, Romero. *Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distância em ensino e aprendizagem*. São Paulo: Ed. Senac, 2010.

Qualidade física e microbiológica de ovos caipiras comercializados no mercado municipal de Patos de Minas-MG

*Physical and microbiological quality of free range eggs
sold in the municipal market of Patos de Minas-MG*



Caio Silva Quirino

Graduando do curso de Zootecnia (UNIPAM). e-mail: caiosilvptu@hotmail.com

Luiz Fernando Rocha Botelho

Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Professor do UNIPAM. e-mail: luizfrb@unipam.edu.br

RESUMO: Aproximadamente 80% dos produtores rurais adotam produção de ovos no sistema caipira, contribuindo para melhorar a alimentação das famílias e auxiliando na renda familiar. Um desafio neste setor é a padronização dos parâmetros físicos e a garantia de uma boa qualidade microbiológica de ovos produzidos neste sistema. Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e microbiológica de ovos caipiras comercializados no mercado municipal da cidade de Patos de Minas-MG. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas, localizado em Patos de Minas-MG, durante o ano de 2017. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (bancas) e 12 repetições (ovos). Foram avaliados ovos caipiras, provenientes de quatro bancas distintas (bancas A, B, C e D), na proporção de 24 ovos para cada banca, sendo 12 para análises físicas e 12 para microbiologia. Foram realizadas as análises de qualidade física: altura do ovo (mm), circunferência do ovo (mm), peso de gema (g), peso de albúmen (g) e espessura de casca (mm). Para análise microbiológica foi realizado o teste para detectar presença de bactérias do gênero *salmonella*, de acordo com a resolução RDC Nº 12, de 02/01/01 da ANVISA. Foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para circunferência de ovo e peso de albúmen, em que as bancas "A e C" obtiveram maiores valores. Isso pode ocorrer provavelmente devido à idade das galinhas que os originaram, o que pode justificar o fato de a banca "D" apresentar maior espessura de casca. Para todas as bancas em estudo, o teste para presença de *Salmonella* foi negativo. Mediante os dados, sugere-se que ovos advindos das bancas "A e C" são oriundos de galinhas mais velhas ou se devem a variação genética das poedeiras. Os ovos comercializados no Mercado Municipal de Patos de Minas-MG estão dentro dos padrões microbiológicos preconizados para consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Salmonelose. Peso de albúmen. Espessura de casca. Circunferência de ovos. Feira livre. Agricultura familiar.

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the physical and microbiological quality of free range eggs sold at the municipal market of the city of Patos de Minas-MG. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory and at the Laboratory of Microbiology of UNIPAM, located in Patos de Minas, MG. The experimental design was a DIC with four samples (vendors) and 12 replicates (eggs). Free range eggs were evaluated from four different stands (vendors A, B, C and D), in the quantity of 24 eggs each, 12 for physical analysis and 12 for microbiology. The physical attributes recorded include: egg height (mm), egg circumference (mm), yolk weight (g), albumen weight (g) and shell thickness (mm). For the microbiological analysis, the test was carried out to detect the presence of Salmonella bacteria, in accordance with ANVISA Resolution RDC No. 12 of 01/01/01. Significant differences ($p < 0.05$) were observed for egg circumference and albumen weight, where the "A and C" samples obtained higher values, most likely due to the age of the hens that produced them, a fact that may justify why samples from vendor "D" recorded a greater shell thickness. Based on the data, it is suggested that eggs coming from vendors "A and C" come from older chickens or are due to genetic variation of the laying hens. For all test samples, the presence of salmonella was negative. The eggs sold at the Municipal Market of Patos de Minas-MG are within the microbiological standards recommended for consumption.

KEYWORDS: Salmonellosis. Albumen weight. Bark thickness. Circumference of eggs. Fair free. Family farming.

1. INTRODUÇÃO

Levantamentos realizados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) em 2015 mostraram que a produção brasileira de ovos totalizou 39,5 bilhões de unidades, recorde histórico que superou em 6,1% a produção registrada no ano anterior. Com o expressivo aumento da produção e o aquecimento do mercado interno, o consumo de ovos no Brasil em 2015 chegou a 191,7 unidades *per capita*, número 5,2% superior ao obtido em 2014, que era de 182 ovos. Em 2015, o alojamento de aves produtoras (poedeiras) chegou a 91,2 milhões de cabeças, número 2,5% inferior ao ano de 2014. São Paulo seguiu como principal produtor de ovos, com 31,77% do alojamento total do Brasil. Em segundo lugar, Minas Gerais foi responsável por 12,24% do total. No terceiro posto ficou o Espírito Santo, com 9,73%.

No Brasil, aproximadamente 80% das propriedades rurais adotam a criação de galinhas caipiras para postura de ovos, contribuindo para melhorar a alimentação das famílias, auxiliando na renda familiar (ARGOLO; LIMA, 2006).

Segundo Bertechini (2005), o ovo posto pela galinha *Gallus gallus* é um produto com grande eficiência em sua transformação biológica. Ocorre uma transfiguração nos recursos alimentares de menor valor biológico em produtos com alta

qualidade nutricional, para o consumo do ser humano. Além de ser um alimento completo e equiparado em nutrientes, também possui fonte de proteína de baixo valor acessível, o que pode contribuir para a melhora na dieta de famílias carentes (LEANDRO *et al.*, 2005).

Mas para que o ovo preserve o seu valor nutricional, é necessário ter a preocupação quanto às condições de armazenamento e classificação do ovo, pois este pode ser um alimento com fortes tendências à deterioração quando armazenado em condições inadequadas (KATAYAMA, 2013).

Em locais onde a temperatura ambiente é alta e os ovos não são refrigerados, estes tendem a ter forte tendência à contaminação em sua superfície por crescimento bacteriano, e o ideal é que eles sejam consumidos em até uma semana após a postura. Estudos sobre os efeitos do clima tropical mostraram que os dois pontos críticos que afetam a qualidade dos ovos durante a estocagem são a temperatura e a umidade relativa do ar, e um aspecto importante que auxilia a preservação da qualidade interna dos ovos é a sua refrigeração (faixa de 0° C a 4° C) nos pontos de comercialização (DAVIS & STEPHENSON, 1991; MORAIS *et al.*, 1997; LEANDRO *et al.*, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2009), ocorrendo algum fator que afete a qualidade dos ovos, este perderá valor nutricional, podendo ser grande potencial para se tornar proliferador de salmonelose, causada por vários números de bactérias *Salmonella*, grande causadora de epidemias de diarreia no país.

Oliveira (2013) acredita que duas vias são as causadoras dessas contaminações: uma é conhecida por contaminação vertical, que ocorre internamente durante a postura do ovo, e a outra, por contaminação horizontal, causada pelos cuidados externos, ou seja, por más condições de manuseio e armazenagem.

Para Rossi e Pompei (1995), a análise das mudanças da qualidade do ovo deve ser considerada para atender três tipos de público: a forma de qualidade para produtores, consumidores e processadores. O critério de avaliação é variado e se dá pela análise do perfil. Para os produtores, a qualidade está ligada ao peso e à resistência da casca, pois geralmente eles observam a sujidade, a presença de manchas, a integridade da casca e demais defeitos aparentes. Já para os consumidores, o que implica são as características sensoriais, como casca, cor da gema e prazo de validade dos ovos. Para os processadores, a qualidade está relacionada com a facilidade do processamento e utilização em grande escala do ovo, tal como o retiro da casca, a separação da gema da clara, as propriedades funcionais, e com a cor da gema, especialmente para produtos de padaria. Para cada um deles, portanto, diferencia-se a busca da qualidade dos ovos diante de suas necessidades.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade interna, externa e microbiológica de ovos caipiras comercializados no mercado municipal da cidade de Patos de Minas-MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia e no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas, localizado em Patos de Minas-MG, durante o ano de 2017. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (bancas) e 12 repetições (ovos). Foram avaliados ovos caipiras, adquiridos no mercado municipal de Patos de Minas, provenientes de quatro bancas distintas (bancas A, B, C e D), na proporção de 24 ovos para cada banca, totalizando duas dúzias por tratamento. Uma dúzia de cada tratamento foi direcionada para as análises de qualidade interna e externa, e a outra dúzia foi direcionada para análise microbiológica. Os ovos utilizados foram adquiridos todos no mesmo dia. Após a aquisição dos ovos, todos foram identificados numericamente com pincel atômico, e uma dúzia foi direcionada para as análises de qualidade interna e externa dos ovos: altura do ovo (mm), circunferência do ovo (mm), peso de gema (g), peso de albúmen (g), espessura de casca (mm).

No laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia, os 12 ovos de cada banca foram medidos: altura e circunferência de cada amostra, com o auxílio de um paquímetro digital.

Para as avaliações internas, os ovos foram quebrados e foram separadas cuidadosamente a gema e albúmen (clara), com o auxílio de um separador doméstico de ovos. Em um becker foi colocado o albúmen para ser pesado, e a gema foi pesada em um papel filtro. Após a pesagem as cascas dos ovos foram lavadas com água corrente e colocadas em estufa de circulação forçada a 65° C por 12 horas, e depois disso, foi coletada a espessura de casca de cada amostra com auxílio de um paquímetro digital.

Durante o experimento os ovos das bancas A, B, C e D foram submetidos a exames microbiológicos para análise de *Salmonella*. O procedimento foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNI-PAM).

Os ovos foram previamente higienizados externamente com água corrente, devidamente enxugados com papel toalha e separados de quatro em quatro dentro de cada tratamento analisado, totalizando quatro repetições e 12 unidades experimentais por tratamento (banca). Depois de separados e identificados com pincel atômico, foram quebrados assepticamente, e seus conteúdos derramados em becker estéril e homogeneizados com bastão de vidro estéril, formando um “pool” de gema, albúmen.

As amostras foram analisadas conforme a Resolução RDC nº 12, de 02/01/01 da ANVISA. No pré-enriquecimento 25 g do pool, foram pesadas e adicionadas em Erlenmeyer contendo 225 ml de caldo CLS (Caldo de Lactose Simples) e incubadas a 35° C por 24 horas. Na etapa seguinte, alíquotas de um ml da cultura pré-enriquecida foram transferidas para tubos de ensaio contendo 10 ml de Caldo Selenito Cístina, incubando-se novamente a 35° C por 24 horas.

A partir do cultivo no caldo de enriquecimento seletivo, as amostras foram semeadas com alças de plástico estéreis em placas contendo ágar MacConkey, ágar Bismuto Sulfito (BS) e ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), sendo incubadas a 35° C por 24 horas.

As análises estatísticas dos dados referentes à qualidade do ovo foram realizadas através do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às variáveis, altura do ovo, circunferência do ovo, peso da gema, peso do albúmen e espessura da casca, encontram-se na tabela 1.

TABELA 1. Altura, circunferência, peso de gema, peso de albúmen e espessura de casca de ovos caipiras comercializados no mercado municipal de Patos de Minas–MG

| | Altura (mm) | Circunferência (mm) | Gema (g) | Albúmen (g) | Espessura Casca (mm) |
|--------|-------------|---------------------|----------|-------------|----------------------|
| A | 55,30 a | 41,83 a | 16,71 a | 28,74 a | 0,43 b |
| B | 53,77 a | 41,24 b | 17,02 a | 23,32 b | 0,39 b |
| C | 56,05 a | 41,99 a | 18,30 a | 29,51 a | 0,41 b |
| D | 54,19 a | 40,64 b | 15,82 a | 22,35 b | 0,46 a |
| CV (%) | 4,42 | 2,49 | 13,74 | 15,25 | 8,43 |
| F | 2,20** | 4,24** | 2,33** | 10,29** | 9,32** |

**F significativo ao nível de 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Foram observadas variações nos coeficientes de variação para as variáveis analisadas, o que é justificado pelos vários tamanhos de ovos utilizados, pela procedência dos ovos quanto a possíveis diferenças de linhagens e idades das poedeiras, pelas condições de transporte, armazenamento e tempo de prateleira. Porém, esse resultado já era esperado, devido à variabilidade de fontes dos ovos disponíveis no mercado municipal de Patos de Minas, uma vez que são provenientes de galinhas caipiras, apresentado grande variação genética entre as aves. A influência desta variação é confirmada por Carvalho (2007), que observou influência da idade e da linhagem das poedeiras quanto à proporção de componentes do ovo, que por sua vez indicam a condição de qualidade dos ovos, atribuindo o aumento do tamanho do ovo e o avançar da idade das poedeiras à piora na qualidade dos ovos avaliados.

Outro fator que pode ter sido responsável por esta variação é a forma de armazenamento. Alleoni & Antunes (2001), avaliando as variáveis, o intervalo de dias de ovos armazenados sob refrigeração e em temperatura ambiente, confirmaram que estes também são fatores que influenciam a qualidade do ovo. Leandro *et al.* (2006) sugerem, em nível prático, que para minimizar o efeito desse coeficiente de variação alto, o público consumidor leve em consideração o prazo de validade dos ovos, escolhendo sempre ovos mais frescos.

Foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a circunferência do ovo entre os tipos de bancas, em que a circunferência dos ovos da banca "B" e "D" foi menor comparada às outras bancas. Tal fato pode ser provavelmente devido à idade das galinhas que os originaram, fato confirmado por Scott & Silversides (2000), que compararam duas linhagens comerciais e observaram que quanto mais velha a poedeira, maior a circunferência do ovo, e maior peso de albúmen, o que sugere que os ovos provenientes das bancas A e C eram oriundos de aves mais velhas por apresentarem maior circunferência e peso de albúmen.

Segundo Santos (2005), o albúmen constitui cerca de 60%, e a gema, 30% do peso do ovo, logo, gema e albúmen mais pesados refletem em ovos mais pesados. No atual trabalho, os ovos comercializados nas bancas "A", "B", "C", "D" apresentaram resultados semelhantes, não tendo diferença significativa para peso da gema. Em relação ao peso do albúmen, os ovos das bancas "A" e "C" ficaram com a clara mais pesada, 28,74 g e 29,51 g, respectivamente. As bancas "B e D" obtiveram pesos inferiores, 23,32 g e 22,35 g, respectivamente. O período de armazenamento pode ter sido responsável pelo fato de os ovos da banca "B" e "D" apresentarem menor peso de albúmen. Segundo Cherian *et al.* (1990), quando os ovos são armazenados por longos períodos, pode ocorrer a redução do peso do ovo devido à perda de água e à centralização da gema.

Contudo, os valores estão de acordo com os encontrados por Pascoal (2008), que obteve valores de 22,78 g a 35,18 g para peso da clara, analisando a qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz - MA.

Foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para os valores da espessura da casca, ficando a banca "D" com maior espessura de casca. Esses valores foram maiores do que os encontrados por Mendonça Jr. *et al.* (1999), 0,36 mm. Já Barbosa Filho (2004) encontrou valores médios para espessura de casca de 0,41 mm para animais da raça Hy-Line Brown.

Vilela (2016) diz que fatores como linhagem da poedeira, idade, estado sanitário do plantel, manejo, nutrição e questões ambientais são capazes de influenciar a qualidade dos ovos. O autor destacou a nutrição como um fator determinante da qualidade, além de atuar diretamente na espessura da casca. Sendo assim, a alimentação adequada das aves e a idade podem ter influenciado a banca "D" a ter maior espessura de casca quando comparada às outras bancas.

O parâmetro espessura da casca também é de grande interesse para os produtores de ovos, uma vez que problemas como perda de ovos por quebra ou rachaduras poderão trazer prejuízos, além de indicar também que, provavelmente,

a causa do problema esteja ocorrendo devido a falhas de ambiência dentro das instalações onde as aves se encontram (BARBOSA FILHO, 2004). Segundo Hunton (2005), a resistência da casca é importante para manter a integridade do ovo e de seu conteúdo. Além disso, a porosidade da casca também determina a velocidade da perda de umidade para o meio ambiente, alterando a qualidade interna. Deste modo, a espessura da casca e a proporção de casca em relação ao tamanho do ovo são fatores importantes para assegurar a qualidade do conteúdo interno do ovo, sendo importante para a conservação dos ovos comerciais, desde a produção até o consumo (CRUZ & MOTA, 1996).

De acordo com Ito (2007), as possíveis perdas que podem ocorrer nos ovos podem ser reduzidas com cuidados simples, que devem ser tomados durante o transporte ou no momento de armazenagem (ambiente, localização no supermercado e giro do produto ovos). Pelo fato de o ovo ser um produto fresco, esses cuidados devem ser de conhecimento do consumidor também, para que se possa aproveitar melhor o produto adquirido.

Os dados referentes às análises microbiológicas de presença de *salmonellas* encontram-se na tabela 2.

TABELA 2. Resultados encontrados para as análises microbiológicas voltadas para a detecção de *salmonellas* em ovos caipiras comercializados no mercado municipal de Patos de Minas

| Local de coletas de ovos | Ovos Examinados | | Amostras | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------|-----------|----|-----------|------|
| | nº de ovos | Amostras | Positivas | % | Negativas | % |
| Banca A | 12 | 3 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| Banca B | 12 | 3 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| Banca C | 12 | 3 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| Banca D | 12 | 3 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| Total: | 48 | 12 | 0 | 0% | 12 | 100% |

Os ovos oriundos das bancas analisadas (clara e gema) de galinha provenientes do mercado municipal de Patos de Minas, neste trabalho, se apresentaram negativos para bactérias do gênero *salmonellas* em todas as bancas. Geralmente, a contaminação do conteúdo dos ovos é baixa, ao redor de 1%, a não ser que eles sejam provenientes de lotes de aves infectadas com *salmonellas*, no caso da contaminação vertical (HUMPHREY, 1994). Em trabalho realizado por Oliveira & Silva (1998), avaliando qualidade microbiológica de ovos comerciais, foram encontradas contaminações por *Salmonella* em torno de 3,9% e 9,6% em amostras de superfície e 3,6% em amostras de conteúdo de ovos. Tais resultados sugerem que os ovos analisados provinham de lotes de animais infectados com *salmonellas*.

Humphrey & Path (1997) citam que a frequência de produção de ovos infectados é baixa em poedeiras comerciais e que, quando infectados, eles contêm

poucas *salmonellas*. Zeidler (1996) também observou que o número de ovos infectados é muito baixo e que nunca ultrapassaria 5% dos ovos produzidos em granjas sabidamente contaminadas. Langoni *et al.* (1995) encontraram 3,92% de amostras positivas, examinando ovos comerciais no Município de Botucatu, SP.

Comportamento semelhante foi reportado por Melo *et al.* (2015), que avaliaram o grau de contaminação microbiana de ovos provenientes de criação caipira oriundos da produção de produtores familiares de Fluminense-RJ. Foram avaliados 280 ovos, de 8 dias diferentes de postura. Os autores reportaram que o total de ovos analisados apresentou resultados negativos para a contaminação por *salmonella*.

Os resultados encontrados nesse trabalho para *Salmonella sp.* estão de acordo com a da Resolução nº 12, de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, com ausência em 25 g, o que indica que as amostras estão dentro dos padrões microbiológicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Leite *et al.* (2016), que tiveram como objetivo determinar a qualidade microbiológica de ovos de galinhas caipiras produzidos e comercializados no interior da Paraíba. Ao analisar 35 amostras de ovos caipiras com 1 dia de postura, constatou-se que todas as amostras foram negativas para bactérias do gênero *Salmonella*.

4. CONCLUSÃO

Foi encontrada variação entre as bancas de comercialização para as variáveis: circunferência e peso de albúmen, em que as bancas "A e C" obtiveram maiores valores, e espessura de casca inferior à banca "D", sugerindo serem ovos advindos de galinhas mais velhas ou que devem à variação genética das poedeiras.

Para o teste de *Salmonella*, estão de acordo com a da Resolução nº 12, de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, com ausência em 25 g, o que indica que os ovos comercializados no Mercado Municipal de Patos de Minas-MG estão dentro dos padrões microbiológicos preconizados para consumo.

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. *Produção de ovos do Brasil cresce 6,1% e chega a 39,5 bilhões de unidades*. 2016. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/noticia/producao-de-ovos-do-brasil-cresce-61-e-chega-a-395-bilhoes-de-unidades-1550>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

ARGOLO, G. R.; LIMA, D. J. *Criação de aves (galinhas) para produção de ovos e carne em sistema de caipira*. Disponível em <http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/aves.htm>. Acesso: 14/08/2017.

BARBOSA FILHO, J.A.D. *Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de*

produção e condições ambientais, utilizando análise de imagem. 2004. 123 p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo; Piracicaba, 2004.

BERTECHINI, A. G. *Mitos e verdades sobre o ovo de consumo*. 2005. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. *Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1.

DAVIS, B.H.; STEPHENSON, H.P. Egg quality under tropical conditions in north Queensland. *Food Austr.*, 43 (1991): 496-499.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042, 2011.

HUMPHREY, T.J. Contamination of egg shell and contents with *Salmonella enteritidis*: a review. *Int J Food Microb*, 21(1994): 31-40.

HUMPHREY, T.J.; PATH, M.R.C. The infection of laying hens with *Salmonella enteritidis* PT4 and factors which influence egg contamination, in: *Symposium Salmonella And Salmonellosis'97*, Poufragan, França. *Proceedings...* França, 1997, pp. 305-311.

KATAYAMA, Eri *et al.* *Salmonella Enteritidis* in the eggs of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica* – Temminck & Schlegel, 1849) fed diets with different calcium and phosphorus levels. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Campinas, v. 15, n. 1, mar. 2013.

LANGONI, H. *et al.* Isolamento de salmonelas em ovos de galinhas oferecidos para consumo no comércio de Botucatu SP. *Higiene Alimentar*, 37(9): 4547, 1995.

LEANDRO, N. S. M. *et al.* Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. *Ciência Animal Brasileira*, 6(2): 71-78, 2005.

LEITE, Daniela Dantas de Farias *et al.* Qualidade microbiológica de ovos de galinhas caipira comercializados no interior de Paraíba. *Revista Agrotec*, 37(1): 32-35, 2016.

MELO, Jair Martins Maria Cavalcante *et al.* Diagnóstico e qualidade microbiológica de ovos caipiras produzidos por agricultores familiares. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 22(1): 48-53, 2015.

MENDONÇA J. R. *et al.* Efeitos de níveis de cobre suplementar na dieta sobre o desempenho produtivo, colesterol na gema e lípidos no plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, 36(6): 0-0, 1999.

MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em supermercados na cidade de Uberlândia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 49 (1997): 365-373.

OLIVEIRA, B.L; OLIVEIRA, D.D. *Qualidade e tecnologia de ovos*. Lavras: UFLA, 2013.

OLIVEIRA, D.D., SILVA, E.N. Salmonelas em casca e gema de ovos comerciais de galinha. Estudo de condições de contaminação e sanitização, in: *Congresso Brasileiro de Microbiologia e Higiene de Alimentos*, 5, 1998. Águas de Lindóia, SP. *Anais...* São Paulo: Sociada.

ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. *Poultry Science*, 74(1995): 152-160.

VILELA, Daniela Reis *et al.* Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea. *Ciência Animal Brasileira*, [S.l.], 17(4): 509-518, 2016.

ZEIDLER, G. Who's afraid of the Salmonella Wolf?. *World Poultry*, sup. special for Salmonella, v. 5, p. 49, 1996.

Avaliação do potencial carcinogênico da somatotropina bovina recombinante (BST-r) em *Drosophila melanogaster*

Evaluation of the carcinogenic potential of recombinant bovine somatotropin (r-BST) in Drosophila melanogaster



Leonardo Bruno Borges Gonçalves

Acadêmico do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: leoboorges@hotmail.com

Priscila Capelari Orsolin

Doutora em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Docente dos cursos de Ciências Biológicas, Medicina e Odontologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: priscilaco@unipam.edu.br

RESUMO: A somatotropina bovina recombinante (BST-r) é um análogo sintético do hormônio do crescimento (GH). A sua descoberta ocorreu em 1920, porém, apenas na década de 80, pôde-se produzir a somatotropina recombinante bovina em escala industrial pela técnica de DNA recombinante. A BST-r é um medicamento que vem sendo bastante utilizado e que promove alguns resultados favoráveis, como o aumento da divisão celular, a amplificação do metabolismo de lipídios, carboidratos e o aumento na produção de leite. A ampla utilização desse hormônio de forma exógena, associado aos possíveis riscos de seu uso, justificam a realização do presente trabalho, que tem como objetivo principal analisar o efeito carcinogênico da BST-r em *Drosophila melanogaster*, utilizando o teste para detecção de clones de tumores epiteliais (*wts*). Para realização do experimento foram utilizadas três concentrações diferentes de BST-r, sendo estas: 0,25; 0,50 e 1,0 mg/mL; um controle negativo (água ultrapura) e um controle positivo (doxorubicina 0,4 mM). O tratamento foi realizado com larvas de 72 horas descendentes do cruzamento de fêmeas *wts/TM3* com machos *mwh/mwh*. Os resultados revelam que a BST-r apresentou efeito carcinogênico nas três concentrações testadas, uma vez que as frequências de tumores foram estatisticamente superiores à frequência do controle negativo. Conclui-se, portanto, que nas presentes condições experimentais, a BST-r possui efeito carcinogênico.

PALAVRAS-CHAVE: Carcinogênese. Organismo teste. DNA recombinante. Gene marcador.

Abstract: The recombinant bovine somatotropin (r-BST) is a synthetic analogue of growth hormone (GH). Its discovery occurred in 1920, but it was only in the 1980s that the recombinant bovine somatotropin could be produced on an industrial scale by the recombinant DNA technique. r-BST is a medicine that has been quite used and promotes some results,

among which we can mention the increase of cellule division, the amplification of lipid metabolism, carbohydrates and increase in milk production. The broad use of this hormone in an exogenous manner, associated with the possible risks of its use, justifies the accomplishment of the present work, whose main goal is to analyze the carcinogenic effect of r-BST on *Drosophila melanogaster*, using the detection of clones of epithelial tumors test (*wts*). To the accomplishment of the experiment three different concentrations of r-BST were used: 0.25; 0.50 and 1.0 mg/mL; a negative control (ultrapure water) and a positive control (doxorubicin 0.4 mM). The treatment was carried out with larvae of 72 hours descended from the crossing of *wts*/TM3 females with *mwh*/*mwh* males. The results show that r-BST brought up a carcinogenic effect in the three concentrations tested, since tumor frequencies were statistically higher than the frequency of the negative control. It is concluded, therefore, that in the present experimental conditions, the r-BST has carcinogenic effect.

KEYWORDS: Carcinogenesis. Test organism. Recombinant DNA. Gene marker.

1. INTRODUÇÃO

As neoplasias têm aumentado em frequência, não só em humanos, mas também em outros animais, sendo apontadas como uma das maiores causas de óbitos em cães e gatos (BALDIN *et al.*, 2005). A cada ano, cresce o número de pessoas e de animais domésticos acometidos por algum tipo de neoplasia. O estilo de vida da sociedade moderna contribui para aumentar a exposição da população a fatores ambientais, nutricionais, químicos e hormonais potencialmente carcinogênicos. Certamente, a interferência do homem nos hábitos alimentares dos animais e no seu ambiente também os coloca sob o mesmo risco. Essa é, provavelmente, uma das explicações pela qual a frequência de algumas neoplasias se equivale no homem e nos animais (MOULTON, 2002).

Embora o câncer pareça ser essencialmente genético, os fatores ambientais podem aumentar a frequência das mutações. Portanto, esses fatores, incluindo dieta, radiações ionizantes, agentes químicos, físicos e biológicos, presentes no meio, também desempenham um papel nas alterações genéticas causadoras de câncer (JORDE; CAREY; BAMSHAD, 2010). Os hormônios estão entre os vários fatores indutores ou promotores da carcinogênese. Sejam endógenos ou exógenos, eles estimulam a proliferação celular, predispondo às alterações genéticas (HENDERSON; FEIGELSON, 2000). Dentre esses hormônios, cresce o interesse pelo estudo da somatotropina recombinante bovina (BST-r).

A somatotropina é nomeada também como hormônio do crescimento (GH), ele é sintetizado e secretado pela adenohipófise, sendo constituído por uma cadeia simples de polipeptídeos que contém 191 aminoácidos (BARBOSA *et al.*, 2002). É possível obter o GH sinteticamente pela abordagem do DNA recombinante, dando origem a somatotropina bovina recombinante (BST-r) (RODRIGUES, 2008a). Este hormônio foi reconhecido primeiro por sua eficiência em estimular o crescimento do esqueleto e o desenvolvimento do peso corporal em animais jovens, além de conter

grandes efeitos no metabolismo de carboidratos (ALEIXO, 2004).

Segundo Lucy (2000), a BST-r também é capaz de atuar diretamente sobre o sistema reprodutor, pois no útero e nos ovários são observados receptores ao BST-r, mas, sem dúvida, sua maior influência na reprodução se dá de forma indireta, por meio do IGF-1 (*insulin-like growth factor*). Além dos efeitos já mencionados, a BST-r tem um efeito singular no estímulo do crescimento e do desenvolvimento do aparelho glandular mamário e na lactação (GÜLAY; HATIPOGLU, 2005).

A ampla utilização desse hormônio de forma exógena, associado aos possíveis riscos de seu uso, justificam a realização do presente trabalho, que tem como objetivo principal analisar o efeito carcinogênico da somatotropina recombinante bovina (BST-r) em *Drosophila melanogaster*, utilizando o teste para detecção de clones de tumores epiteliais (*wts*).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CARCINOGENESE

A carcinogênese resulta do acúmulo de mutações genéticas herdadas ou adquiridas pela ação de agentes ambientais, químicos, hormonais, radioativos ou virais, denominados carcinógenos (COTRAN; KUMAR; ROBBINS, 2000). Além dos agentes carcinogênicos, os tumores podem ocorrer como consequência do acúmulo de alterações genéticas que interferem no controle normal do crescimento e na diferenciação celular, pela transformação de uma célula maligna por meio de múltiplas etapas, em um processo denominado progressão tumoral (FETT-CONTE; SALLES, 2002).

O desenvolvimento do câncer compreende quatro estágios básicos: a iniciação, a promoção, a progressão e a conversão. A primeira fase é decorrente da exposição das células aos carcinógenos, resultando nas mutações e na formação de clones celulares atípicos. Já na fase de promoção, ocorre a multiplicação desses clones celulares já iniciados; nessa fase, a retirada do contato com os carcinógenos pode interromper o processo (PERATONI, 1998). No terceiro e quarto estágios, a carcinogênese ocorre devido à progressão e à conversão das células saudáveis em malignas. Neles, as células modificadas apresentam autonomia para se multiplicarem e, pela perda da coesão e conquista da mobilidade, tornam-se invasivas (MAREEL; LEROY, 2003).

Os grandes alvos de modificação genética são os proto-oncogenes, os genes supressores tumorais e os genes que regulam a morte celular programada, ou apoptose (DELFINO *et al.*, 1997). Os oncogenes, produtos de proto-oncogenes alterados, codificam proteínas que promovem a perda do controle sobre o ciclo mitótico e levam as células a se tornarem cancerosas; esses genes resultam de mutações somáticas e são dominantes (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2000). Acredita-se que os genes reparadores do DNA também contribuam para que ocorra o processo de carcinogênese, pois qualquer anormalidade nesses genes acarretaria mutações no genoma resultando no surgimento de neoplasias (COTRAN; KUMAR; ROBBINS, 2000). Apesar

da enorme variabilidade do câncer, evidências demonstram que a resistência a apoptose é uma das características mais marcantes da maioria dos tumores malignos (OKADA; MAK, 2004).

Em 2001, pesquisadores da Harvard School of Public Health avaliaram que 35% das mortes ocasionados pelo câncer no mundo estavam relacionadas ao efeito combinado de nove fatores de risco, sendo estes separados em cinco grupos: dieta e inatividade física; substâncias aditivas (tabaco e álcool); saúde sexual e reprodutiva (infecções sexualmente transmissíveis); riscos ambientais (poluição do ar, combustíveis, tabagismo passivo) e contaminação por vírus (hepatite B e C) (INCA, 2006).

2.2. SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE (BST-R)

O hormônio do crescimento (GH) também pode ser chamado de hormônio somatotrópico ou somatotropina (ST), por ser uma molécula pequena e de caráter proteico, pode ainda ser denominada de hormônio proteico (GUYTON; HALL, 2011).

O GH é fabricado pelos somatotrófos da adenohipófise e, em sua forma predominante, corresponde a aproximadamente 75% do GH circulante. É formado por uma cadeia única contendo 198 aminoácidos com duas pontes dissulfídicas internas, o que lhe atribui um peso molecular de 22 kDa. Por isso, 5% a 10% correspondem a uma molécula menor de 20 kDa, resultado de *splicing* alternativo, e o restante é representado por formas denominadas N-acetiladas ou oligômeros de GH (ROSENFELD; COHEN, 2002).

A descoberta da BST ocorreu em 1920 pelos pesquisadores Evans e Simpson, porém, apenas na década de 80, após incontáveis pesquisas, pôde-se produzir a somatotropina recombinante bovina em escala industrial pela técnica de DNA recombinante a partir da bactéria *Escherichia coli* (SPINOSA; GORNIK; BERNARDI, 2006). Santos (2001) e Crooker *et al.* (2005) reafirmam que, com o advento da biotecnologia, a qual envolve a tecnologia do DNA recombinante, tornou-se possível produzir, a partir de genes removidos de bovinos e inseridos em plasmídeos da bactéria *E. coli*, a somatotropina bovina, atualmente conhecida como somatotropina bovina recombinante (BST-r). Esta passou a ser controlada em condições laboratoriais e produzida em escala industrial, o que tornou possível sua utilização comercial. Este fato teve grande impacto na indústria leiteira, uma vez que o desenvolvimento da BST-r promoveu uma fonte ilimitada para pesquisa, permitindo que pesquisadores conduzissem muitos estudos sobre seu funcionamento.

A somatotropina recombinante bovina encontrada no mercado nos dias de hoje contém, em 1 seringa de 2 mL, 500 mg de somatotropina. Sua liberação ocorre de forma lenta, injetável e deve ser administrada em intervalos de 14 dias. Essa liberação lenta é necessária, pois sua remoção da corrente sanguínea acontece de forma rápida e por ela não ser armazenada no corpo (BOOSTIN®, 2009).

Várias são as funções desempenhadas pelo GH, e este atua em diversas partes do organismo, incluindo os ovários, no processo de foliculogênese. Estudos *in*

vitro e *in vivo* têm revelado a importância deste hormônio durante o desenvolvimento folicular (MAGALHÃES *et al.*, 2012). Porém, a principal função desencadeada por este hormônio é a promoção do crescimento de todo o corpo por meio da sua ação interventiva na formação proteica, na multiplicação celular e na diferenciação celular. Além da ação sobre o crescimento corporal, o GH exerce específicas funções metabólicas, podendo promover elevação da mobilização de lipídeos para produção de energia e redução da utilização da glicose celular (GUYTON; HALL, 2011). É preciso ressaltar ainda que, quando há descontrole na secreção e/ou ação desse hormônio, graves consequências podem ser ocasionadas, dentre elas, pode-se citar o câncer.

O primeiro indício de uma eventual associação entre GH e câncer surgiu em 1950, com a demonstração de que doses suprafisiológicas do GH, quando aplicadas em ratos, ocasionavam alterações neoplásicas em diversos órgãos, enquanto a hipofisectomia revertia um quadro de leucemia ou protegia o animal de potencializar a doença (MOON *et al.*, 1950 *apud* CASTRO; GUERRA JÚNIOR, 2005).

Nos últimos anos, vasta quantidade de publicações descreve a ligação entre o GH e o câncer, tanto em organismos animais quanto em humanos. Tais descrições englobam a alta incidência de câncer em pacientes com acromegalia, alteração do risco de câncer juntamente com polimorfismos dos genes hGH/IGF-1 (WAGNER *et al.*, 2006; GUEDES *et al.*, 2008) e aumento da expressão de hGH em anormalidades proliferativas (GUEDES *et al.*, 2008).

A BST-r é um medicamento que vem sendo bastante utilizado, promovendo alguns resultados satisfatórios, dentre os quais podem-se citar o aumento da divisão celular e a amplificação do metabolismo de lipídios e carboidratos. Outra função desempenhada por ela (muitos produtores têm utilizado quase que exclusivamente para este fim) é sua capacidade de promover o aumento na produção de leite. Essas alterações acontecem devido à ação direta da BST-r em alguns tecidos (hepático e adiposo) e, indiretamente, por meio do aumento de IGF-I sanguíneo, atuando em tecidos como o mamário, muscular e ósseo (MOREIRA *et al.*, 2002a; NASCIMENTO *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2008b).

Nagano *et al.* (2004) concluíram que o uso de BST-r aumenta o número total de embriões e ovócitos viáveis e melhora o desenvolvimento embrionário, mas não altera o número de embriões degenerados e infertilizados, nem altera a manifestação do estro em novilhas superovuladas. Já Moreira *et al.* (2002b), atribuíram à BST-r o aumento da taxa de fertilização e melhoria na qualidade de embriões. Enquanto que Marques *et al.* (2009) observaram, em vacas receptoras de embrião, melhora na taxa de gestação após administração da BST-r no dia do estro, mas não detectaram aumento na concentração sérica de progesterona desses animais.

2.3. O USO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER* COMO MODELO BIOLÓGICO EM PESQUISAS GENÉTICAS

A *Drosophila melanogaster*, também conhecida por mosca da fruta ou mosca-do-vinagre, pertence à ordem *Diptera*, à família *Drosophilidae* e ao gênero

Drosophila. Suas características biológicas são muito favoráveis para o desenvolvimento de trabalhos experimentais em genética, sendo elas: dimensões reduzidas (3 a 4 mm); fácil conservação, alimentação e manuseio; ciclo de vida curto; descendência em número elevado; fácil distinção dos sexos; e cariótipo com apenas 4 pares de cromossomos (PEREIRA *et al.*, 2008). Além de serem organismos de fácil cultivo em laboratório, com poucas exigências nutricionais e baixo custo (IBMC/INEB, 2008).

À semelhança do que se observa na grande parte dos seres vivos, o ciclo de vida da *D. melanogaster* está sujeito às condições ambientais. O tempo médio de vida das fêmeas é de 26 dias e de 33 para o macho; os mutantes podem mostrar um tempo de vida mais breve. Sua forma selvagem (*wild tipe – wt*) é a mais predominante e apresenta olhos vermelhos, corpo cinzento e asas longas (PEREIRA *et al.*, 2008).

A existência de conservação evolutiva entre genes supressores de tumor entre *Drosophila* e mamíferos tem fomentado estudos na indução e no desenvolvimento de tumores em *Drosophila*, estudos estes que podem colaborar diretamente para o entendimento de cânceres em outros animais (POTTER; TURENCHALK; XU, 2000). Diversos proto-oncogenes e supressores de tumores de mamíferos são conhecidos nesse organismo teste (EEKEN *et al.*, 2002). Dentre eles, o gene *wts*, que foi identificado baseado na sua habilidade para ação como um supressor de tumor em *Drosophila* (NISCHIYAMA *et al.*, 1999). A deleção desse gene resulta na formação de clones de células que são circulares e consideravelmente invasivas, chamadas literalmente de verrugas, que podem se desenvolver por todo o corpo da mosca (JUSTICE *et al.*, 1995).

3. METODOLOGIA

3.1. AGENTES QUÍMICOS

3.1.1. Somatotropina Bovina Recombinante (BST-r)

Boostin® é uma formulação de BST-r indicada para aumentar a produção de leite em vacas em lactação. Cada seringa (dose) contém 500 mg de somatotropina recombinante bovina, 1.200 mg de vitamina E (acetato) e 300 mg de lecitina. Este fármaco deve ser administrado em vacas leiteiras no período de lactação, sendo, 1 seringa de 2 mL (500 mg de BST-r) a cada 14 dias, por via subcutânea, na fossa isquio-retal previamente desinfetada, alternando-se os lados esquerdo e direito a cada aplicação. Este deve ser conservado entre temperaturas de 2° a 8° C, não podendo sofrer processo de congelamento e devendo estar protegido da luz. Sua comercialização é feita sob prescrição do médico veterinário, com retenção obrigatória da notificação de receita. Cada caixa contém 25 seringas com 500 mg de somatotropina bovina recombinante (BOOSTIN®, 2009).

Para realização do experimento, foram utilizadas 03 (três) concentrações

diferentes de BST-r (Boostin®, número de partida: 039/2016; data de fabricação: julho/2018 e data de validade: julho/2018), sendo estas: 0,25; 0,50 e 1,0 mg/mL. As concentrações foram baseadas em estudo desenvolvido por Laurence, Grimison e Gonenne (1992).

3.1.2. Doxorubicina (DXR)

Adriblastina® RD (cloridrato de doxorubicina) pó liofilizado injetável tem sido usada para produzir regressão em várias neoplasias, tais como carcinoma da mama, pulmão, bexiga, tireoide e ovário; e sarcomas ósseos e de tecidos moles. É um antibiótico usado como quimioterápico com ação nas células tumorais, diminuindo sua multiplicação e interferindo nas suas funções (ADRIBLASTINA®, 2013). A capacidade da DXR de se ligar à membrana celular pode afetar uma variedade de funções. Ela também parece estar envolvida nas reações de oxidação/redução, com a produção de radicais livres altamente reativos e altamente tóxicos. Células tratadas com este medicamento têm manifestado alterações nas características morfológicas associadas a apoptose, o que pode ser um dos seus mecanismos de ação (DOXORRUBICINA®, 2013).

Adriblastina® RD deve ser conservada em temperatura ambiente (entre 15 e 30° C), protegida da luz. É registrada, importada e distribuída por Laboratórios Pfizer Ltda. (ADRIBLASTINA®, 2013). No presente experimento foi utilizada Adriblastina® (lote de fabricação: 5PL5111; data de fabricação: 09/2015 e data de validade: 09/2019), na concentração de 0,4 mM, concentração reconhecidamente carcinogênica em *D. melanogaster* (VASCONCELOS *et al.*, 2017). Esta foi utilizada isoladamente, como controle positivo, e em associação às concentrações de Boostin® testadas (0,25; 0,50 e 1,0 mg/mL).

3.2. TESTE PARA DETECÇÃO DE CLONES DE TUMORES EPITELIAIS EM *DROSOPHILA MELANOGASTER*

3.2.1. Linhagens estoque

Para realização do teste *wts* foram utilizadas duas linhagens mutantes de *D. melanogaster* (*wts* e *mwh*), estocadas no Laboratório de Citogenética e Mutagenese do Centro Universitário de Patos de Minas. Tais linhagens são mantidas em frascos de vidro contendo meio de cultura próprio para *D. melanogaster* e conservadas dentro de uma incubadora (temperatura de 25° C e 60% de umidade, aproximadamente).

3.2.2. Cruzamento

Para acasalamento, machos (*mwh/mwh*) e fêmeas virgens (*wts/TM3, Sb¹*) foram colocados juntos, em frascos contendo meio de cultura próprio e, posteriormente, foram transferidos para frascos de postura, onde as fêmeas depositaram

seus ovos, por um período médio de 8 horas. A partir desse cruzamento foram obtidas larvas heterozigotas (*wts +/+ mwh*) de 72 horas, que foram tratadas com Boostin® (em diferentes concentrações) e os respectivos controles (positivo e negativo).

3.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.3.1. Tratamento e análise das moscas

As larvas de 3º estágio (72 horas) resultantes do cruzamento mencionado anteriormente foram transferidas para frascos contendo 1,5 g de purê de batata e 5 mL do agente testado: Boostin® (0,25; 0,50 e 1,0 mg/mL); controle positivo, Doxorrubicina (0,4 mM); ou controle negativo, água ultrapura. Após o tratamento, todos os tubos de ensaio foram vedados e mantidos na incubadora por aproximadamente uma semana, período necessário para o desenvolvimento das larvas em moscas adultas.

Concluído o tratamento, foram armazenadas as moscas que haviam sido coletadas em frascos contendo etanol 70%. Feito isso, elas foram separadas quanto ao fenótipo (apenas moscas cujas características continham pelos finos e longos apresentavam o gene *wts*, sendo assim, as moscas com fenótipo de pelo curto e grosso foram descartadas). Lupas estereoscópicas e pinças entomológicas foram utilizadas para a análise das moscas.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As diferenças estatísticas entre as frequências de tumores das concentrações testadas de somatotropina e os controles foram calculadas utilizando-se o teste *U*, não paramétrico, de Mann-Whitney (α 0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível visualizar os tumores nos diferentes segmentos do corpo da *Drosophila melanogaster* quando submetida ao tratamento com a BST-r (nas diferentes concentrações) e aos controles, positivo e negativo, por meio da Tabela 1 (na página seguinte).

É notório que as concentrações isoladas da BST-r apresentam frequências de tumores que diferem significativamente ($p < 0,05$) do controle negativo, uma vez que alcançaram valores mais elevados que a frequência obtida no respectivo controle, revelando presença do efeito carcinogênico da BST-r nas três concentrações testadas (0,25, 0,50 e 1,0 mg/mL). Nessas concentrações, as frequências totais de tumores foram, respectivamente, 1,55; 3,47 e 0,37 tumores por mosca.

Em relação aos indivíduos submetidos ao tratamento com o controle positivo, é possível observar uma frequência de 5,23 tumores por mosca, demonstrando que a DXR responde de forma expressiva à indução tumoral nas linhagens utilizadas no teste, visto que o número de tumores foi significativamente maior nesta concentração ($p < 0,05$), quando comparado ao controle negativo, o que justifica a sua utilização no presente estudo como controle positivo. Cardoso e Nepomuceno (2015) e Bontempo e Orsolin (2016) também evidenciaram em seus estudos aumentos significativos nas frequências de tumores em todos os segmentos corporais da *D. melanogaster* adulta ao utilizar a DXR como controle positivo no teste *wts*. Buscando reafirmar o efeito carcinogênico da DXR, Alves e Nepomuceno (2012) relataram que a substância é capaz de agir de forma sistêmica e pode induzir alterações nas células saudáveis, desencadeando o efeito pró-tumoral.

TABELA 1. Frequências de clones tumorais observados em *Drosophila melanogaster*, heterozigota para o gene supressor de tumor *wts*, tratadas com doxorubicina e diferentes concentrações de somatotropina bovina recombinante (BST-r).

| Tratamentos | | | Número de tumores analisados | | | | | | | Frequência (nº de tumores/ mosca) |
|------------------|-------------|-----------------|------------------------------|--------|-----|-------|-------|--------|-------|---|
| BST-r (mg/mL) | DXR (mM) | nº de moscas | olho | cabeça | asa | corpo | perna | halter | total | |
| 0 | 0 | 200 | 0 | 3 | 9 | 10 | 0 | 1 | 23 | 0,11 |
| 0 | 0,4 | 200 | 1 | 42 | 748 | 68 | 160 | 27 | 1046 | 5,23* |
| 0,25 | 0 | 200 | 2 | 30 | 192 | 53 | 26 | 6 | 309 | 1,55* |
| 0,50 | 0 | 200 | 0 | 13 | 500 | 71 | 102 | 7 | 693 | 3,47* |
| 1,0 | 0 | 200 | 0 | 3 | 24 | 25 | 17 | 2 | 74 | 0,37* |

Diagnóstico estatístico de acordo com o Teste de Mann-Whitney Teste. Nível de significância $p \leq 0,05$

* Valor considerado diferente do controle negativo ($p \leq 0,05$).

Observando as concentrações testadas e o número de tumores nos indivíduos tratados em cada concentração, nota-se que, na medida em que aumenta a concentração, aumenta também a frequência tumoral, porém, o valor referido na última concentração (1,0 mg/mL) difere das outras concentrações analisadas (0,25 e 0,50 mg/mL), uma vez que, embora também seja carcinogênica, apresenta frequência tumoral inferior às demais concentrações. Este fato pode estar relacionado à capacidade do medicamento de causar a morte celular, sendo assim, a célula não é capaz de desenvolver células tumorais e, quando esta é capaz, ocorre em baixa quantidade em vista das demais concentrações. Esse fato é explicado pelos autores Dubin e Stoppani (2000), pois eles relatam que, quando o índice de apoptose se apresenta alto, o tumor cresce muito lentamente e, se estiver baixo, o tumor cresce rapidamente. Em alguns casos, a exposição crônica a fármacos capazes de provo-

car lesão do DNA pode predominar sobre esses mecanismos de reparo, ocasionando mutagênese, carcinogênese ou morte celular. Conforme a gravidade da agressão tóxica, uma célula pode acabar sofrendo apoptose, também conhecida como morte celular programada (GOLAN *et al.*, 2009).

Para o INCA (2008), a oncogênese química é um processo sequencial, dividido em duas fases principais, a iniciação e a promoção. Na fase de iniciação, é necessário um fator iniciador ou carcinogênico capaz de causar algum tipo de dano ou mutação celular, sendo que a mutação dos ácidos nucleicos refere-se ao fenômeno principal na etapa de iniciação da carcinogênese. As células que foram “iniciadas” ficam latentes até que agentes promotores atuem sobre elas. Já a fase de promoção ocasiona o crescimento da célula que passou pelo processo de mutação, sendo que a mesma pode acontecer a qualquer momento, posteriormente ao início da transformação celular. Agentes químicos como o asbesto, o processo inflamatório e os hormônios são considerados fatores de promoção que atuam no crescimento celular normal.

Meuten (2002) afirma que a carcinogênese hormonal é diferente daquela induzida por vírus ou agentes químicos, pois a proliferação celular não necessita de um agente iniciador específico, sendo assim, a somatotropina bovina recombinante, sintetizada artificialmente a partir do hormônio do crescimento, é capaz de atuar em grande parte das células, desta forma, tem capacidade de acelerar o processo mitótico e desencadear algum tipo de neoplasia no organismo animal. Para ele, os hormônios induzem proliferação celular com consequentes mutações genéticas que darão origem à célula neoplásica.

Ao longo dos últimos anos, a utilização da somatotropina bovina recombinante tem sido contestada devido aos prováveis efeitos colaterais decorrentes do seu uso desmedido. Dentre eles, podemos destacar a possibilidade do surgimento de câncer e diabetes, visto que ambos os efeitos se encontram relacionados ao IGF-1, cuja quantidade se eleva nos tecidos animais pela ação da somatotropina (JECFA, 1999).

Jenkins e Bustin (2005) relatam a existência de grandes evidências, considerando que o GH humano, pelo aumento da expressão de IGF-1, provê maior ligação entre esses fatores e o desenvolvimento de câncer por meio da sua influência na regulação da proliferação, da diferenciação e da apoptose celular. Sua expressão inapropriada parece contribuir para o crescimento, a manutenção e a progressão da maioria das neoplasias, incluindo câncer de mama, pulmão e cólon.

De acordo com Felipe (2005), a exposição crônica a altos níveis de insulina e de IGF-1 aumenta o risco de câncer dos mais variados tipos, sendo que a insulina funciona de um modo integrado com o IGF-1, promovendo a proliferação celular maligna.

Baserga, Peruzzi e Reiss (2003), bem como Yakar, Leroith e Brodt (2005) reafirmam os dizeres dos autores supracitados. Segundo eles, o papel do gene IGF-1 e seu receptor IGF-1R na oncogênese é bem documentado. Estes autores afirmam

ainda que diversos estudos epidemiológicos relataram a elevação dos níveis séricos de IGF-1 associada ao aumento do risco de câncer de mama e próstata e do câncer colorretal em humanos.

Sabe-se que o IGF-1 não é produzido exclusivamente pelo fígado, e outros tecidos, como, por exemplo, o muscular, também são capazes de sintetizá-lo. Quando os receptores do GH presentes no fígado são ativados, ocorre um aumento nos níveis de IGF-1; desta forma, segundo o autor McGuire *et al.* (1992), diferentes respostas podem ser relatadas sobre a atividade das proteínas ligadas, e o papel do IGF-I circulante por um mediador de BST sobre as respostas de estímulo de crescimento não é completamente conhecido.

Ulanet *et al.* (2010) e Braun, Bitton-Worms e Leroith (2011) afirmam que o envolvimento do sistema IGF no câncer é apoiado por evidências experimentais de uma série de estudos que têm investigado o papel do IGF-1R na transformação celular mediada por vários oncogenes potentes, bem como na sobrevivência da célula, na proliferação, invasão e metástase.

Tais evidências servem como pressuposto para dizer, mesmo que hipoteticamente, devido à escassez de recursos bibliográficos sobre o assunto acertado, que a carcinogenicidade provocada pela BST-r está intimamente relacionada ao IGF-1, por se tratar de um hormônio que atua indiretamente por meio desta via. Tal fato é confirmado pelos autores Lucy (2000) e Bilby *et al.* (2004), pois seus estudos mostraram que a injeção de BST-r aumenta as concentrações séricas de IGF-1.

Portanto, a fim de proporcionar uma maior qualidade de vida aos animais, faz-se necessário saber dos efeitos deletérios e da gravidade deste produto para a saúde animal, pois, tendo conhecimento de seus malefícios, é possível buscar outros métodos para se chegar ao resultado esperado.

5. CONCLUSÃO

O potencial carcinogênico da somatotropina recombinante bovina foi evidenciado, uma vez que, nas condições experimentais adotadas no presente experimento, verificou-se aumento na frequência de células tumorais em *D. melanogaster* tratadas com diferentes concentrações de BST-r. Acredita-se que tal efeito possa estar associado ao papel do gene IGF-1 e seu receptor IGF-1R.

Este estudo oferece oportunidades para que demais pesquisas sejam desenvolvidas (envolvendo outras metodologias e outros organismos testes), pois o uso recorrente e demasiado deste medicamento pelos produtores rurais, principalmente em rebanhos leiteiros, pode acarretar problemas à saúde dos animais submetidos ao uso da BST-r, independentemente da finalidade que se objetiva.

REFERÊNCIAS

ADRIBLASTINA®: frasco-ampola. Responsável técnico: José Cláudio Bumerad. Fabricado por: Actavis Italy S.p.A. Nerviano, Milão e registrado, importado e distribuído por: Laboratórios Pfizer Ltda. Guarulhos, SP. 2013. Bula de remédio.

ALEIXO, M. A. *A somatotropina recombinante bovina (bst) e a dinâmica folicular em bovinos leiteiros*. 2004. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

ALVES, E. M.; NEPOMUCENO, J. C. Avaliação do efeito anticarcinogênico do látex do avelós (*Euphorbia tirucalli*), por meio do teste para detecção de clones de tumor (warts) em *Drosophila melanogaster*. *Perquirere*, 9(2): 125-140, 2012.

BALDIN, J. C. *et al.* Importância do estudo das neoplasias em medicina veterinária: Conceitos atuais. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, 3(9): 9-13, 2005.

BARBOSA, P.G. *et al.* Uso da Somatotropina Bovina Recombinante – rbST como alternativa para a produção de leite de cabra na entressafra. *R. Bras. Zootec.*, 31(5): 2011-2023, 2002.

BASERGA, R.; PERUZZI, F.; REISS, K. The Igf-I Receptor in Cancer Biology. *Int J Cancer*, 107 (2003): 873-877.

BILBY, T. R. *et al.* Pregnancy and Bovine Somatotropin in Nonlactating Dairy Cows: I. Ovarian, Conceptus, and Insulin-Like Growth Factor System Responses. *Journal of Dairy Science*, 87 (2004): 3256-3267.

BOOSTIN®: seringa. Responsável técnico: Dr. Leonardo B. R. Costa. CRMV-SP 15.790. Proprietário e fabricante: LG Life Sciences Ltd. 129, Seokam-ro, Iksan-si, Jeollabuk-do, Korea. Representante exclusivo no Brasil, distribuidor e importador: Merck Sharp & Dohme Saúde Animal Ltda. Cruzeiro, SP. 2009. Bula de remédio.

BONTEMPO, N. J. S.; ORSOLIN, P. C. Avaliação do efeito anticarcinogênico do extrato de folhas de manga (*Mangifera indica L.*) por meio do teste para detecção de clones de tumores epiteliais em *Drosophila melanogaster*. *Perquirere*, 13(1): 238-254, 2016.

BRAUN, S.; BITTON-WORMS, K.; LEROITH, D. The Link between the Metabolic Syndrome and Cancer. *Int J Biol Sci.*, 7(7): 1003-1015, 2011.

CARDOSO, A. C. M.; NEPOMUCENO, J. C. Avaliação do efeito modulador do óleo de alho (*Allium sativum L.*) sobre a carcinogenicidade da doxorubicina em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. *Perquirere*, 12(1): 160-175, 2015.

CASTRO, A. M. S.; GUERRA-JÚNIOR, G. GH/IGF e neoplasia: o que há de novo nesta associação. São Paulo: *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, 4(5): 833-842, 2005.

COTRAN, R. S.; KUMAR, V.; ROBBINS, S. L. *Patologia estrutural e funcional*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

CROOKER, B. A., *et al.* *Dairy Research and Bovine Somatotropin*, 2005. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/DI6337.html>> Acesso em: 27 jul. 2017.

DELFINO, A. B. *et al.* O envolvimento de genes e proteínas na regulação da apoptose-carcinogênese. *Rev. Bras. Cancerol.*, 43(3): 173-186, 1997.

DOXORRUBICINA®: frasco-ampola. Responsável técnico: Luciana Righetto. Fabricado por: Laboratórios IMA S.A.I.C. Ciudad de Buenos Aires - Pcia. De Buenos Aires – Argentina. Embalado por: Glenmark Generics S.A. – Pilar, Parque Industrial – Buenos Aires, Argetina. Importado por: Glenmark Farmacêutica Ltda. 2013. Bula de remédio.

DUBIN, M.; STOPPANI, A. O. M. Muerte celular programada y apoptosis función de las mitocondrias. *Medicina*, 60 (2000): 375-86.

EEKEN, J. C. J. *et al.* Induction of epithelial tumors in *Drosophila melanogaster* heterozygous for the tumor supressor gene wts. *Enviromental and Molecular Mutagenesis*, 40 (2002): 277-282.

FELIPPE, J. J. A insulinemia elevada possui papel relevante na fisiopatologia do infarto do miocárdio, do acidente vascular cerebral e do câncer. *Revista Eletrônica da Associação Brasileira de Medicina Complementar*, 2005. Disponível em: <<http://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Cancer/ca-0365.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

FETT-CONTE, A. C.; SALLES, A.B.C.F. A importância do gene p53 na carcinogênese humana. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 24(2): 85-89, 2002.

GOLAN, D. E. *et al.* *Princípios de Farmacologia: a base fisiopatológica da farmacoterapia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

GUEDES, A. D. *et al.* O Hormônio de Crescimento na Síndrome de Turner: Dados e Reflexões. *Arq. Bras Endocrinol Metab.*, 52(5): 757-764, 2008.

GÜLAY, M. S.; HATIPOGLU, F.S. Use of bovine somatotropin in management of transition dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(3): 571-580, 2005.

GUYTON, A. C; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

HENDERSON, B. E.; FEIGELSON, H.S. Hormonal carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 21(3): 427-433, 2000.

IBMC/INEB. *Estaleiro da ciência: guia prático*. Porto: Universidade do Porto, IBMC, INEB, 2008.

INCA: Instituto Nacional do Câncer. Ministério da Saúde. *A situação do câncer no Brasil*. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/situacao/arquivos/causalidade_cancer.pdf>. Acesso em: 03 de mar. 2017.

INCA: Instituto Nacional de Câncer. Ministério da Saúde. *Ações de enfermagem para o controle do câncer: uma proposta de integração ensino-serviço*. 3.ed. Rio de Janeiro. 2008, cap. 2.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain veterinary drug residues in food. *WHO Technical Report Series 888*. World Health Organization, 108p., 1999.

JENKINS, P. J.; BUSTIN, S.A. Evidence For a Link Between Igf-I and Cancer. *Eur J Endocrinol.*, 151(2004): 17-22.

JORDE, L. B; CAREY, J. C; BAMSHAD, M. J. *Genética Médica*. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Biologia celular e molecular*. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

JUSTICE, R. W. *et al.* The *Drosophila* tumor suppressor gene warts encodes a homolog of human myotonic dystrophy kinase and is required for the control of cell shape and proliferation. *Genes & Development*, 9(1995): 534-546.

LAURENCE, B. J.; GRIMISON, B.; GONENNE, A. Effect of Recombinant Human Growth Hormone on Acute and Chronic Human Immunodeficiency Virus Infection In Vitro. *Blood*, 79(2): 467-472, 1992.

LUCY, M. C. Regulation of follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. *Journal Dairy Science*, Savoy, 83(2000): 1635-1647.

MAGALHÃES, D. M. *et al.* Hormônio do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à insulina-I (IGF-I): importantes reguladores das foliculogêneses *in vivo* e *in vitro*. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, 36(1): 32-38, 2012.

MAREEL, M.; LEROY, A. Clinical, cellular, and molecular aspects of cancer invasion. *Physiol. Rev.*, 83(2003): 337-376.

MARQUES, P. A. F. *et al.* Inovulação de embriões bovinos recém-colhidos em receptoras tratadas com rBST no dia do estro. *Revista Bras. Zootec.*, 38(3): 462-466, 2009.

MCGUIRE, M. A. *et al.* Insulin-Like growth factors and binding proteins in ruminants and their nutritional regulation. *J. Anim.Sci.*, 70(1992): 2901-2910.

MEUTEN, D. J. *Tumors in domestic animals*. 4 ed. Iowa State: Univ. California, 2002.

MOREIRA, P. S. A. *et al.* Somatotropina bovina recombinante (rBST) no desempenho e características corporais de bezerros mestiços alimentados em creep-feeding. *Acta Scientiarum*, 24(4): 1093-1097, 2002a.

MOREIRA, F. *et al.* Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology*, 57 (2002b): 1371-1387.

MOULTON, J. E. *Tumors in Domestic Animals*. 4 ed. Ames: Iowa State Press, 2002.

NASCIMENTO, W. G. *et al.* Somatotropina bovina recombinante (rbst) sobre o desempenho e a digestibilidade aparente de novilhas (½ Nelore x ½ Red Angus) em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(2): 456-464, 2003.

NAGANO, A. Y. *et al.* A somatotropina bovina recombinante (rbST) na superovulação de fêmeas bovinas. *Archives of Veterinary Science*, 9(2): 101-106, 2004.

NISHIYAMA, Y. *et al.* A human homolog of *Drosophila* warts supressor, h-warts, localized to mitotic apparatus and specifically phosphorylated during mitosis. *Febs Letters*, 459 (1999): 159-165.

OKADA, H.; MAK, T. W. Pathways of apoptotic and nonapoptotic death in tumour cells. *Nat Rev Cancer.*, 4(2004): 592-603.

PERATONI, A. O. "Carcinogenesis", in: McKINNEL, R. G. *et al.* (ed.). *The biological basis of cancer*. Cambridge: Cambridge University, 1998, pp. 75-114.

PEREIRA, G. S. *et al.* Relatório I: Observação de indivíduos de *Drosophila melanogaster*. Porto: Escola Secundária Garcia de Orta – Área de Projecto 07/08, 2008. 15 p. Disponível em: <http://www.mokidros.ibmc.up.pt/materiais_grupo_garcia/Relatorio_1_Observacao_de_individuos.pdf> Acessado em: 04 de mar, 2017.

POTTER, C. J.; TURENCHALK, G. S.; XU, T. *Drosophila* in cancer research, an expanding role. *Trends in Genetics*, 16(2000): 33-39.

RODRIGUES, M. *Impacto da utilização da somatotropina bovina (bST) sobre a produção de leite e a avaliação genética de bovinos da raça Holandesa*. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2008a.

RODRIGUES, E. *et al.* Características físicas e químicas da carne de novilhas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, 9(3): 594-604, 2008b.

ROSENFELD, R. G.; COHEN, P. "Disorders of growth hormone/insulinlike growth factor secretion and action", in: SPERLING, M. A. *Pediatric endocrinology*. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 2002, pp. 211-288.

SANTOS, R. A. Efeito de diferentes doses de somatotropina bovina (bST) na produção e composição do leite. *Ciência e Agrotecnologia*, 25(6): 1435-1445, 2001.

SPINOSA, H. S.; GORNIK, S. L.; BERNADI, M. M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ULANET, D. B. *et al.* Insulin receptor functionally enhances multistage tumor progression and conveys intrinsic resistance to IGF-1R targeted therapy. *Proc Natl Acad Sci*, 107(24): 10791-8, 2010.

VASCONCELOS, M. A. *et al.* Assessment of the carcinogenic potential of high intense sweeteners through the test for detection of epithelial tumor clones (warts) in *Drosophila melanogaster*. *Food and Chemical Toxicology*, 101 (2017): 1-7.

WAGNER, K. *et al.* Polymorphism in the growth hormone receptor: a case-control study in breast cancer. *Int J Cancer*., 118(11): 2903-2906, 2006.

YAKAR, S.; LEROITH, D.; BRODT, P. The Role of Growth Hormone/Insu-Line-Like Growth Factor Axis in Tumor Growth and Progression: Lessons From Animal Models. *Cytokine Growth Factor Rev.*, 16(2005): 407-20.

Metarhizium anisopliae como agente de biocontrole do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

Metarhizium anisopliae as a biocontrol agent of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*



Nayara Maria de Oliveira

Bióloga, graduanda do curso de Medicina Veterinária pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: nayara@unipam.edu.br

Marília Luiza dos Reis Sousa

Graduanda do curso de Medicina Veterinária pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: marilialrs@unipam.edu.br

Thays Stella Barcelos Dias

Agrônoma graduada pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Cleiton Burnier Oliveira

Agrônomo do Laboratório Farroupilha – Lallemand, Patos de Minas/MG

Ronnie Carlos Pereira

Agrônomo do Laboratório Farroupilha – Lallemand Patos de Minas/MG.
e-mail: ronniecp@unipam.edu.br

Alice Pratas Glycério de Freitas

Mestre em Administração de Empresas pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo. Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade de São Paulo. Docente do curso de Medicina Veterinária UNIPAM. e-mail: alicepratas@unipam.edu.br

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar o efeito *in vitro* de isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* sobre fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus*, coletadas aleatoriamente do corpo de bovinos naturalmente infestados da cidade de Patos de Minas. O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Após a infecção foram observados os seguintes parâmetros biológicos: peso inicial das fêmeas ingurgitadas, período pré-postura, período de postura, peso da massa de ovos, período de incubação, peso residual das teleóginas. Não foi observada diferença estatística significativa no peso inicial e no peso final das fêmeas, no tempo de oviposição e sobrevivência. Quanto aos resultados de peso da massa total de ovos, o isolado I apresentou maior média ($0,48 \pm 0,04a$), seguido dos isolados III ($0,46 \pm 0,05ab$) e II ($0,36 \pm 0,08bc$), os quais apresentaram diferenças significativas quando comparados com o controle. Conclui-se que os isolados

de *M. anisopliae* nas condições de 27° C e 45% de umidade relativa do ar não reduziram o tempo de oviposição, a sobrevivência das teleóginas de *Boophilus microplus* e o peso da massa de ovos índice de produção de ovos.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. Fungos. Entomopatógenos. Artrópodes.

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate fungi *in vitro* effect of isolates of the fungi *Metarhizium anisopliae* on engorged females of *Boophilus microplus* collected at random from the body of naturally infested cattle of the city of Patos de Minas. The bioassay was performed in a completely randomized design with five replicates. After the infection, were analyzed the following biological parameters: initial weight of engorged females, pre-oviposition period, oviposition period, egg mass, incubation period, residual weight of the telegynge. No significant statistical difference was observed in the initial weight and the final weight of the females, in the time of oviposition and survival. Regarding the weight results of the total egg mass, isolates I had the highest mean ($0.48 \pm 0.04a$), followed by isolates III ($0.46 \pm 0.05ab$) and II ($0.36 \pm 0.08bc$), that showed significant differences when compared to the control. It was concluded that the isolates of *M. anisopliae* at conditions of 27° C and 45% of relative humidity did not reduce the time of oviposition, the survival of *Boophilus microplus* telegynes, the weight of egg mass index egg production.

KEYWORDS: Control biological. Entomopathogenic fungi. Arthropods.

1. INTRODUÇÃO

O carrapato de bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* é considerado um dos ectoparasitos de maior importância econômica na pecuária bovina brasileira. O rebanho bovino comercial do Brasil é o maior do mundo e determinante para a economia do país. O estado de Minas Gerais é um polo de produção leiteira no Brasil e sofre as consequências da alta prevalência desse ectoparasito (ABIEC, 2016).

O carrapato é o principal agente causador de infestações por artrópodes em bovinos e é responsável por sérios prejuízos econômicos na pecuária bovina, como redução na produção de leite, carne e couro, perda de peso e estresse, além de maiores gastos com medicamentos e animais que vão a óbito quando não são tratados corretamente (KISS *et al.*, 2012).

No Brasil destacam-se dois gêneros de grande importância: o protozoário *Babesia*, espécies *Babesia bovis* e *B. bigemina*, e a rickettsia, da espécie *Anaplasma marginale*, responsáveis pelo complexo denominado “tristeza parasitária bovina” (TPB), que revela ser um dos maiores obstáculos para o desenvolvimento da pecuária bovina nacional (GARCIA, 2008).

Atualmente, o controle do carrapato é baseado principalmente no emprego de acaricidas químicos aplicados com o objetivo de extinguir as fases parasitárias que infestam os animais (FRANCO, 2000). Contudo, ao longo dos anos, muitos carrapatos foram capazes de sobreviver à maioria dos produtos químicos utilizados para o seu controle, fenômeno denominado de resistência.

A aplicação dos produtos de forma incorreta, com dosagens inferiores às

recomendadas pelo fabricante, talvez seja uma das situações mais relevantes para o aparecimento de resistência em populações de carrapatos (FAO, 2004).

Alternativas aos produtos químicos são pesquisadas, devido aos grandes custos gerados aos pecuaristas, bem como danos ao meio ambiente e à saúde humana. O controle biológico de pragas baseados no uso de fungos entomopatogênicos tem sido uma alternativa promissora, pois além de utilizar mecanismos naturais de combate, apresenta grandes vantagens quanto ao impacto ambiental, aos custos, à especificidade e ao não desenvolvimento de resistência (ALVES, 1998b, SHAH; PELL, 2003, SAMISH *et al.*, 2004).

O controle biológico possui diversas vantagens quando comparado ao controle clássico utilizando produtos químicos. O baixo impacto ambiental gerado, o baixo risco em seu manuseio, os custos reduzidos e principalmente uma maior especificidade em relação ao agente-alvo são exemplos dessas vantagens. Dentre os métodos estudados está a utilização de fungos entomopatogênicos, o que parece ser uma alternativa eficiente e segura. Entre fungos entomopatogênicos avaliados para controle de carrapatos, encontra-se *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* como os mais patogênicos, causando mortalidade para *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (FRAZZON *et al.*, 2000).

As pesquisas utilizando microrganismos para o controle do carrapato ainda se encontram em caráter inicial, e vários pesquisadores têm se dedicado ao estudo de infecções experimentais por fungos e constatado resultados satisfatórios, em diferentes espécies de carrapatos com diferentes isolados fúngicos, principalmente em testes em condições laboratoriais (BITTENCOURT *et al.*, 1997, COSTA *et al.*, 2002, REIS *et al.*, 2004).

O *Metarhizium anisopliae* tem sido bastante utilizado no controle biológico de insetos e pragas da agricultura e no controle de artrópodes, nos últimos tempos. As pesquisas que avaliam o potencial biocontrolador de vetores de doenças animais são frequentes, merecendo destaque o carrapato, que foi amplamente estudado em ensaios de laboratórios. A eficácia do fungo no controle de várias espécies como *Rhipicephalus sanguineus*, *Anocentor nitens*, *Amblyomma variegatum*, *Amblyomma cajennense*, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* foi comprovada, tornando-se um potencial alternativo ao controle químico e demonstrando elevada mortalidade em ovos, larvas e fêmeas ingurgitadas (KAAYA *et al.*, 1996; MONTEIRO *et al.*, 1998; BITTENCOURT *et al.*, 1999; PAIÃO *et al.*, 2001; GARCIA *et al.*, 2004; LOPES *et al.*, 2007).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito *in vitro* de isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* sobre fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em condições de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais (CEUA) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), sob o protocolo nº

33/17. O estudo foi realizado nos Laboratório de Genética e Biotecnologia e no Laboratório de Parasitologia Animal do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por um grupo de dez teleóginas acondicionadas em uma placa de Petri de vidro estéril com 90 milímetros de diâmetro.

Os isolados de *M. anisopliae* utilizados no experimento foram cedidos por um Laboratório da cidade de Patos de Minas, MG. Os fungos foram produzidos em placas de Petri em meio de cultura BDA acidificado (pH 4,0) em estufa de crescimento com temperatura de 25° C por um período de 10 dias. Após esse período, foi preparada uma suspensão de conídios para a utilização do experimento.

Para a realização do bioensaio, foram coletadas 200 fêmeas ingurgitadas (teleóginas) aleatoriamente do corpo de bovinos naturalmente infestados, no período vespertino, e acondicionadas em um recipiente limpo, lacrado, com orifícios para entrada de ar e papel umedecido com água forrando o fundo do recipiente.

Em seguida, as teleóginas foram armazenadas na parte inferior da geladeira por 24 horas, para que a temperatura baixa retardasse o processo de oviposição até o dia seguinte, quando foi realizado o primeiro bioensaio.

Antes de receber os tratamentos, as teleóginas foram lavadas em água corrente, em seguida imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1%, por três minutos para assepsia da cutícula, lavadas em água destilada estéril e secas em papel toalha. Em seguida, as fêmeas foram separadas em grupos de dez, pesadas em uma balança analítica.

A metodologia utilizada para o tratamento das fêmeas ingurgitadas foi a mesma utilizada por Camargo *et al.* (2012). Os tratamentos foram compostos por três isolados de *M. anisopliae* (isolado I, isolado II e isolado III) e um por grupo controle.

Os grupos de teleóginas de cada tratamento foram colocadas em um tecido de tela Voal e imersas por três minutos na suspensão previamente preparada com cada isolado na concentração de 1×10^8 conídios/mL e Tween 80 a 0,1% (agente tensoativo não iônico e emulsionante, estabilizante) (Figura 1-II e II). O grupo controle foi imerso em solução de água destilada estéril e Tween 80 (0,1%).

Decorrido esse período, as fêmeas foram colocadas sobre papel-toalha e fixadas em placa de Petri estéril sobre fita adesiva dupla face. Para facilitar a coleta das posturas, as fêmeas foram fixadas em decúbito dorsal (Figura 1-III e IV).

Após identificação, as placas com as teleóginas foram colocadas em estufa tipo Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) mantidas à temperatura de $27^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias. O bioensaio foi diariamente observado e a massa de ovos de cada unidade experimental foi coletadas por um período de 15 dias e transferidas para tubos de falcon vedados com algodão hidrófilo umedecidos em óleo de cozinha, para evitar a possível saída de larvas eclodidas no período de incubação e período de eclosão (Figura 1-V e VI). Estes foram mantidos em posição vertical na estufa por 31 dias nas condições de temperatura de $27^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ para o acompanhamento dos parâmetros relativos a esta fase evolutiva.

Após o término do período de 15 dias de postura, foram registradas a mortalidade das teleóginas, o peso da massa de ovos e o peso residual de cada unidade experimental. Em seguida, as teleóginas foram transferidas para outras placas de Petri esteril, para se observar diariamente o crescimento fúngico e suas respectivas características macro e microscópicas com o auxílio de um microscópio eletrônico.

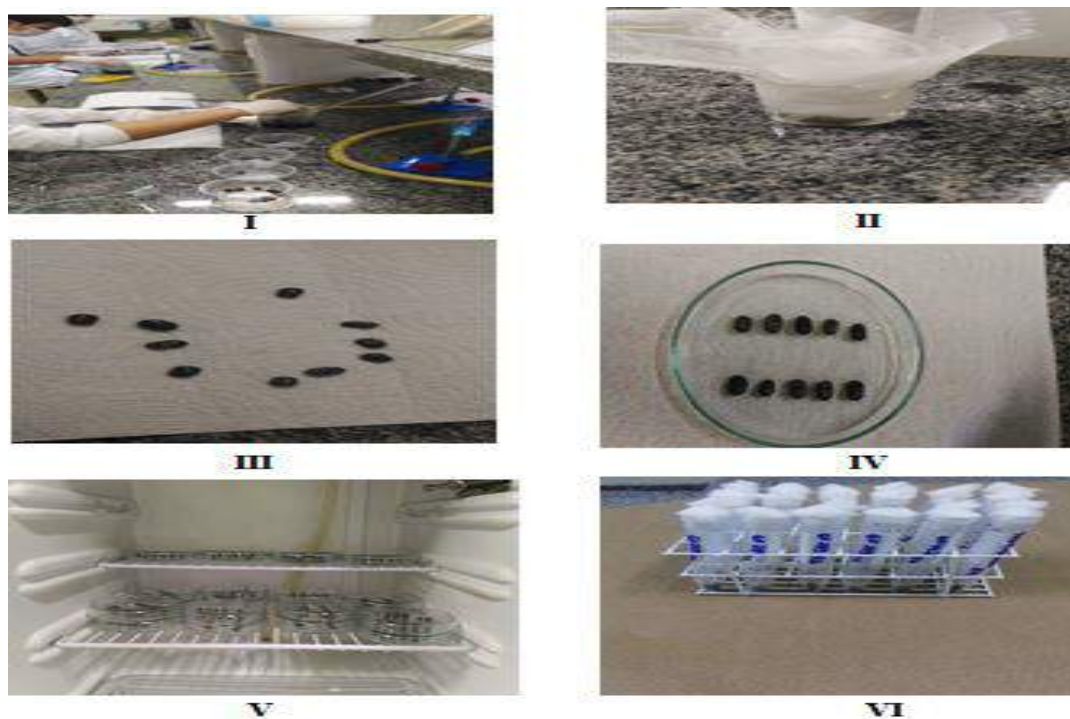


Figura 1: Montagem do Bioensaio dos tratamentos dos isolados de *Metarhizium anisopliae* e do tratamento controle. I- imersão das fêmeas na suspensão dos tratamentos com os isolados na concentração de 1×10^8 conídios/ml e Tween 80 (0,1%). II- imersão do tratamento controle em solução de água destilada esteril e Tween 80 (0,1%). III- Fêmeas em processo de secagem depois da imersão. IV- fixação das fêmeas em fita adesiva dupla face. V- placas em estufa tipo BOD mantidas a temperatura de 27° C. VI- Tubos de Falcon com as massas de ovos coletadas diariamente vedados com algodão em óleo de cozinha. Patos de Minas-MG, 2017.

Em cada placa de Petri, foi colocado um pequeno pedaço de algodão umedecido com água esteril para proporcionar condições de esporulação dos fungos. Para avaliação dos efeitos do *Metarhizium anisopliae* sobre as teleóginas, foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: peso inicial das fêmeas ingurgitadas, período pré-postura, período de postura, peso da massa de ovos, período de incubação, peso residual das teleóginas (determinado três dias após o término da postura).

A partir dos dados coletados foram avaliados os índices de produção de ovos (IPO), e o índice nutricional (IN) segundo a metodologia de Bennett (1974):

$$\text{IPO} = \frac{\text{Peso da massa de ovos (g)} \times 100}{\text{Peso inicial das teleóginas antes de iniciar a postura (g)}}$$

$$\text{IN} = \frac{\text{Peso da massa de ovos (g)} - \text{peso residual das fêmeas} \times 100}{\text{peso inicial das teleóginas antes de iniciar a postura (g)}}$$

Para a análise dos resultados, foram utilizadas planilhas tabuladas no programa Windows Excel® 2016. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ao nível de 5% de significância ($\leq p 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oviposição das teleóginas iniciou-se no quarto dia após o início do bioensaio e permaneceu até o décimo quinto dia. O tempo médio de sobrevivência delas foi de 12,4 dias. Não foi verificada diferença estatística entre os grupos quanto ao tempo de oviposição e sobrevivência (Tabela 2).

Tabela 2. Média \pm desvio padrão do tempo de oviposição, tempo de sobrevivência (dias), peso inicial das fêmeas (g), peso residual das fêmeas (g), peso da massa total de ovos (g), índice de produção de ovos (IPO). Patos de Minas, MG, 2017.

| Tratamentos | Tempo Oviposição (d) | Tempo Sobrevivência (d) | Peso Inicial Fêmeas (g) | Peso Final Fêmeas (g) | Peso Massa total de ovos (g) | IPO |
|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| Controle | 9,36 \pm 0,88a | 12,4 \pm 1,21a | 2,02 \pm 0,07 | 0,36 \pm 0,08 | 0,34 \pm 0,05c | 16,87 \pm 3,08a |
| Isolado I | 9,08 \pm 0,99a | 12,2 \pm 0,94a | 2,15 \pm 0,26 | 0,45 \pm 0,09 | 0,48 \pm 0, 04a | 22,56 \pm 3,32a |
| Isolado II | 8,08 \pm 1,05a | 12,1 \pm 0,67a | 1,79 \pm 0,16 | 0,31 \pm 0,04 | 0,36 \pm 0,08bc | 20,07 \pm 5,09a |
| Isolado III | 8,18 \pm 0,85a | 12,4 \pm 0,80a | 2,02 \pm 0,16 | 0,38 \pm 0,05 | 0,46 \pm 0,05ab | 22,65 \pm 1,63a |

Médias seguidas da mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. (d) = dias

(g) = gramas

IPO= Índice de Produção de Ovos

Os dados corroboram com os de Bittencourt (1999), quando utilizou o *M. anisopliae* sobre *B. microplus* e não verificou diferença significativa para o período de postura entre os tratamentos. Bittencourt *et al.* (1994b), em seus estudos, obser-

varam que a duração do período de postura está relacionada com a morte das fêmeas pela ação do fungo *M. anisopliae*, e que os tratamentos aplicados em suas pesquisas não foram capazes de antecipar a morte das fêmeas e também o tempo de postura.

Bennett (1974) observou que, sob a mesma temperatura, fêmeas maiores e mais pesadas encerram a sua postura em um maior intervalo de tempo, porque possuem maior quantidade de nutrientes para converter em massa de ovos, e por isso, só terminam a postura depois das fêmeas menores.

Não foi observada diferença significativa no peso inicial e final das fêmeas, indicando uniformidade entre os grupos. Santos e Fulong (2002), em seus estudos, observaram que o peso da fêmea ingurgitada tem uma relação direta com o sucesso de sua fase de vida parasitária.

De acordo com Fulong (2002), o aumento da competição intraespecífica pode fazer com que haja uma diminuição no peso das fêmeas ingurgitadas. Consequentemente haverá também um menor grau de eficiência no processo de conversão do alimento ingerido em massa de ovos, e o potencial de oviposição de uma fêmea ingurgitada está diretamente relacionado à sua capacidade em alimentar.

A umidade relativa do ar durante o período de desenvolvimento do bioensaio foi de 45%, o que é considerada baixa para o desenvolvimento do fungo. Melo *et al.* (2006), Bittencourt *et al.* (2003) e Bahiense *et al.* (2007) relataram que os carrapatos deverão ser mantidos em estufa tipo B.O.D, com a umidade relativa do ar acima de 70% para realizarem postura. Acredita-se que este seja o principal fator da ineficácia dos isolados no período de sobrevivência das fêmeas: tempo de postura e índice de produção de ovos no presente estudo conforme (tabela 2).

Para os resultados de tempo de sobrevivência do carrapato, não houve diferença significativa entre os grupos avaliados. Foram observados 100% mortalidade das teleóginas no décimo oitavo dia de bioensaio. Bittencourt (1992) observou que as fêmeas de carrapatos *Hyalomma scupense* e *Dermacentor marginatus*, morriam antes ou logo após o término da postura, fato também observado no presente trabalho em algumas repetições do presente bioensaio avaliado.

Segundo Veríssimo (1991), na fase de vida livre, a fêmea ingurgitada apresenta primeiro um período de pré-postura de três dias e morre após a postura. Entende-se, portanto, que as fêmeas morrem rapidamente após a oviposição. As teleóginas sobrevivem *in vitro* por 36 horas após a oviposição.

Castro *et al.* (1997), em teste de estábulo (lugar coberto utilizado para abrigar o gado) com *M. anisopliae* e bovinos infestados com *B. microplus*, observaram uma escala crescente de suscetibilidade envolvendo adultos, larvas e ninfas do carrapato. As elevadas mortalidades observadas a partir do dia 24 demonstraram haver atuação nas infestações subsequentes ao tratamento, demonstrando assim um poder residual deste bioacaricida.

Foi observado o aumento da massa de ovos das teleóginas tratadas com os isolados de *Metarhizium* Isolado I e Isolado III (Figura 2 – Figura 3). Esse fato parece não estar relacionado com o peso inicial das teleóginas nem com tempo de sobre-

vivência, uma vez que todos os tratamentos foram estatisticamente iguais para estas variáveis. Este resultado difere dos trabalhos realizados por Bittencourt *et al.* (2003) Melo *et al.* (2006); Athayde *et al.* (2006), que mostram que a aplicação de *Metarhizium* reduz o peso da massa de ovos.

Figura 2: Massa de ovos do tratamento do Isolado I



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3: Massa de ovos do tratamento do Isolado III



Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto aos resultados de peso da massa total de ovos, o isolado I apresentou maior média ($0,48 \pm 0,04a$), seguidos dos isolados III ($0,46 \pm 0,05ab$) e II ($0,36 \pm 0,08bc$). Ambos apresentaram diferenças significativas quando comparados com o controle conforme a (Tabela 2). O número de ovos depositados por fêmeas ingurgitadas, inoculadas na concentração de 1×10^8 conídios/mL, foi reduzido à medida que ocorria a mortalidade das teleóginas.

Athayde *et al.* (2006), em teste de patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var *acridum* em fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus*, observaram que o peso médio nos grupos tratados diminuiu à proporção que se aumentava a concentração de conídios utilizada em relação aos grupos controle. Na concentração de 10^8 , o grupo tratado no presente trabalho apresentou a menor massa de ovos que foi de 97,40 mg, resultados que se assemelharam com os de Correia *et al.* (1998), que conseguiram uma redução de 52% da massa de ovos com *M. anisopliae* sobre *B. microplus*. O mesmo se repetiu nos trabalhos de Bittencourt *et al.* (1999), em teste de campo, com o mesmo fungo, sobre carrapatos de bovinos.

Não foi possível afirmar que o fato de o peso da massa de ovos ter aumentado a partir da aplicação dos isolados esteja associado à baixa umidade relativa durante o desenvolvimento do ensaio.

Estudos sobre o controle biológico de carrapatos do gênero *Boophilus* spp. com *M. anisopliae* demonstraram excelente atividade patogênica em condições ambientais com temperaturas entre 25°C e 28°C e umidade relativa entre 60% e 70% (KAAYA; HASSAN, 2000), ou temperatura média de 28°C e umidade relativa em torno de 85% (FRAZZON *et al.*, 2000). Os resultados obtidos e os encontrados pelos referidos autores indicam que o fungo é capaz de exercer a atividade patogênica sobre o carrapato em diferentes condições de temperatura e umidade. Quanto ao

controle biológico, este é um importante fator a ser considerado, pois um bom agente de controle deverá atuar em diferentes condições ambientais. Contudo, seria necessário repetir o ensaio do presente trabalho em condições ambientais de umidade relativa em torno de 85%, conforme vários estudos, uma vez que a umidade relativa da estufa foi apenas de 45%.

Para os resultados de Índice de Produção de Ovos (IPO) observou-se que não houve diferença significativa entre os grupos avaliados conforme (Tabela 2). Bahiense *et al.* (2007) observaram em sua pesquisa uma redução no índice de produção de ovos no segundo dia após tratamento *M. anisopliae*.

Segundo Bittencourt *et al.* (1992), essas diferenças podem ser explicadas devido à alta sensibilidade deste entomopatógeno aos fatores climáticos, tais como umidade relativa e temperatura, afetando não só a virulência como também epizootias. Quando se trata de métodos de controle biológico, menores percentuais de controle são esperados, quando comparados aos métodos convencionais com produtos químicos. Deve-se ressaltar que essa diferença é compensada, pois o processo de controle biológico tem como objetivo manter a praga em níveis aceitáveis, além de preservar ao máximo o ambiente, com consequente preservação dos inimigos naturais dessa praga.

A aplicação de acaricidas biológicos para o controle do carrapato *Rhipicephalus microplus* apresenta grandes desafios. Quando se trata de métodos de controle biológico, menores percentuais de controle são esperados, quando comparados aos métodos convencionais com produtos químicos. Deve-se ressaltar que essa diferença é compensada, pois o processo de controle biológico tem como objetivo manter a praga em níveis aceitáveis, além de preservar ao máximo o ambiente, com consequente preservação dos inimigos naturais dessa praga (BAHIENESE *et al.*, 2007).

As pesquisas utilizando microrganismos para o controle do carrapato ainda se estão em caráter inicial, e vários pesquisadores têm-se destinado ao estudo de infecções experimentais por fungos, verificando resultados satisfatórios em diferentes espécies de carrapatos com diferentes isolados fúngicos, principalmente em testes em condições laboratoriais (BITTENCOURT *et al.*, 1997, COSTA *et al.*, 2002, REIS *et al.*, 2004).

4. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que os isolados nas condições de 27° C e 45% UR não reduziram o tempo de oviposição, a sobrevivência das teleóginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* nem o peso da massa de ovos e o índice de produção de ovos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S.B.; MOINO JR., A.; ALMEIDA, J.E.M. "Produtos fitossanitários e entomopatógenos", in: Alves, S.B. (ed.). *Controle microbiano de insetos*. 2nd ed. Piracicaba: FEALQ, p. 217-238, 1998a.
- ALVES, S.B.; PEREIRA, R.M. "Produção de fungos entomopatogênicos", in: ALVES, S.B. (ed.). *Controle microbiano de insetos*. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 853-857, 1998b.
- ALVES, S.B. *et al.* "Produção massal de fungos entomopatogênicos na América Latina", in: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. (ed.). *Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafio*. Piracicaba: FEALQ, cap. 8, p. 215-238, 2008.
- ARRUDA, W. *et al.* Morphological alterations of *Metarhizium anisopliae* during penetration of *Boophilus microplus* ticks. *Exp. Appl. Acarol.* 37(2005): 231-244.
- ATHAYDE, A. C.R.; LIMA, E. A.L.A. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* em fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus*. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v. 2, n. 1, set./dez, 2006.
- BAHIENSE, T.C. *et al.* Evaluation of the biological control potential of *Metarhizium anisopliae* to ward *Boophilus microplus* in pen trials. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 16 (2007): 243-245.
- BENNETT, G. F. Oviposition of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). I. Influence of tick size on egg production. *Acarologia*, 16 (1974): 52-61.
- BEYS DA SILVA, W. O. *et al.* The entomopathogen *Metarhizium anisopliae* can modulate the secretion of lipolytic enzymes in response to different substrates including components of arthropod cuticle. *Fungal Biol*, 114(11-12): 911-6, 2010.
- BITTENCOURT, V.R.E.P. *Ação do fungo Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883, sobre o carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887). Itaguaí, 1992. 105p. Tese (Doutorado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1992.
- BITTENCOURT, V.R.E.P. *et al.* Avaliação da eficácia in vitro do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 6(1): 49-52, 1997.
- BITTENCOURT, V.R.E.P.; MASCARENHAS, A.G.; FACCINI, J.L.H. Mecanismo de penetração do fungo *Metarhizium anisopliae* no carrapato *Boophilus microplus*, em condições experimentais. *Ciência Rural*, 29(2): 351-354, 1999.

- BITTENCOURT, V.R.E.P. "Controle Biológico", in: MELO, I. S.; AZEVEDO, J, L. *Controle biológico de carrapatos*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 145-175.
- BITTENCOURT, V.R.E.P. *et al.* Avaliação da ação *in vivo* de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 aplicado sobre *Brachiaria decumbens* infestada com larvas de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 12(1): 38-42, 2003.
- CAMARGO M.G. *et al.* Effect of oil-based formulations of entomopathogenic fungi to control *Rhipicephalus microplus* ticks. *Vet. Parasitol.*, 188 (2012): 140-147.
- CASTRO, A. B. A. *et al.* Eficácia *in vivo* do fungo *Metarhizium anisopliae* (isolado 959) sobre o carrapato *Boophilus microplus* em teste de estábulo. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da vida*, 19(1-2): 73-82, 1997.
- COSTA, G.L. *et al.* Isolation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* From *Boophilus microplus* tick (Canestrini, 1887), in Rio de Janeiro State, Brasil. *Mycopathologia*, 154(4): 207-209, 2002.
- FAO, 2004. Resistance management and integrated parasite control in ruminants: Guidelines. *Module 1. Ticks: Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention*, p. 25-77.
- FRANCO, M. Vem aí a vacina contra o carrapato. *DBO Rural*, 19(235): 114-116, 2000.
- FRAZZON, A. P.G. *et al.* In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 94 (2000): 117-25.
- GARCIA, M.V.; MONTEIRO, A.C.; SZABÓ, M.P.J. Colonização e lesão em fêmeas ingurgitadas do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* causadas pelo fungo *Metarhizium anisopliae*. *Ciência Rural*, 34(5): 1513- 1518, 2004.
- KAAYA G.P.; MWANGI, E.N.; OUNA, E. A. Prospects for biological control of livestock ticks, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma avariegatum*, using the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 67(3): 15-20, 1996.
- KISS, T; CADAR D.; SPÎNU, M. Tick prevention at a crossroad: new and renewed solutions. *Vet Parasitol*, 187(2012): 357-366.
- LOPES, R. B. *et al.* Eficiência de formulações de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para o controle de ninfas de *Amblyomma cajennense* (FABRICIUS, 1787). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 16(1): 27-31, 2007.

MELO, D. R.D; REIS, R. C.S.; BITTENCOURT, V.R. E.P. Patogenicidade in vitro do fungo *Metarhizium anisopliae* (METSCHNIKOFF, 1879) SOROKIN, 1883, sobre o carrapato *Boophilus microplus* (CANESTRINI, 1887). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 15(4): 157-16, 2006.

MONTEIRO, A.C.; FIORIN, A.C.; CORREIA, A. C.B. Pathogenicity of isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin towards the cattle tick *Boophilus microplus* (can.) (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Revista de Microbiologia*, 29(2): 109-112, 1998.

PAIÃO, J.C.V.; MONTEIRO, A.C.; KRONKA, S.N. Susceptibility of the cattle tick of the *Boophilus microplus*(Acari:Ixodidae) to isolates of the fungus *Beauveria bassiana*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(2): 245-251, 2001.

REIS, R.C.S.; MELO, D.R.; BITTENCOURT, V.R.E.P. Efeitos de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsc) Sorok sobre fêmeas ingurgitadas de *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) em condições de laboratório. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(6): 788-791, 2004.

SAMISH, M.; GINSBERG, H.; GLAZER, I. Biological control of ticks. *Parasitology*, 129 (2004): 389-413.

SANTOS, A. P.; FURLONG, J. Competição intraespecífica em *Boophilus microplus*. *Cienc. Rural*, 32(6):1033-1038, 2002.

SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M.H. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. *Toxicon*, 56(2010): 1267-1274.

SHAH, P. A.; PELL, J. K. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61(2003): 413-423.

VERÍSSIMO, C. J. *Resistência e suscetibilidade de bovinos leiteiros mestiços ao carrapato Boophilus microplus*. 1991. 170 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

VIEIRA. *Efeito do Fungo Metarhizium anisopliae em Associação ou não a Acaricida sobre cepa do carrapato Rhipicephalus microplus resistente a Acaricidas: ensaios em laboratório e a campo*. 2013. 97f. Dissertação de Mestrado em Ciências, Centro de Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Avaliação da distribuição espacial da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) em pós-colheita com o uso de armadilhas contendo semioquímicos

*Evaluation of the space distribution of coffee drill (*Hypothenemus hampei*) in post-harvest with the use of semio-chemical contaminated traps*



André Luís Caixeta de Oliveira

Graduando em Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: luis.caixeta@outlook.com

Marcílio Henrique Brandão

Graduando em Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: marciliob999@gmail.com

Walter Vieira da Cunha

Doutor em Genética e Bioquímica pela UFU. Professor do curso Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: walter@unipam.edu.br

RESUMO: Apesar da importância econômica da cultura cafeeira para o país e dos danos causados em produtividade pela broca-do-café *Hypothenemus hampei*, pesquisas ligadas à distribuição espacial desse inseto são escassas e carentes de novas informações. Assim, objetivou-se caracterizar a distribuição espacial da broca-do-café em pós-colheita com o uso de armadilhas contendo semioquímicos por meio de ferramentas de geoestatística, no município de Patos de Minas - MG. Foi utilizada uma malha amostral com 100 pontos, sendo esses representados pelas armadilhas em uma área de 4,29 ha. As coletas foram realizadas quinzenalmente e encaminhadas ao Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) do UNIPAM. Foi utilizado o software ArcGIS 10.5 para a modelagem dos mapas de infestação. As maiores quantidades de adultos capturados de *H. hampei* ocorreram nos períodos de pós-colheita e florada. Os dados aqui representados em forma de mapas fornecem subsídios para a adoção de medidas de controle racionais e localizada da praga.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea spp.* Infestação. Flutuação.

ABSTRACT: Despite the economic importance of the coffee crop to the country and the damages caused in productivity by the coffee borer *Hypothenemus hampei*, researches related to the spatial distribution of this insect are scarce and lack new information. The objective of this study was to characterize the spatial distribution of the coffee borer in post-harvest

with the use of traps containing semiochemicals using geostatistical tools in the city of Patos de Minas, MG. A sample mesh was used with 100 points, which are represented by traps in an area of 4.29 ha. The collections were conducted biweekly and forwarded to the Laboratory of Genetics and Biotechnology (GENEB) at UNIPAM. The ArcGIS 10.5 software was used for the modeling of infestation maps. The highest numbers of captured adults of *H. hampei* occurred after the harvest and during the flowering periods. The data presented here in the form of maps provide subsidies for the adoption of rational and localized control measures of the pest.

KEYWORDS: *Coffea spp.* Infestation. Fluctuation.

INTRODUÇÃO

De acordo com a CONAB (2017), a primeira estimativa para a produção da safra cafeeira (espécies arábica e conilon), em 2017, indica que o país deverá colher entre 43,37 e 41,51 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado. A broca-do-café [*Hypothenemus hampei*] (Coleoptera: Scolytidae)] destaca-se como uma das principais pragas do café arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*C. canephora* Pierre ex A. Froehner), afetando vários países produtores como Brasil, Colômbia e Vietnã (DAMON, 2000).

Segundo Souza e Reis (1997), as infestações da broca podem ser influenciadas por diversos fatores, tais como clima, colheita, sombreamento, espaçamento e altitude. O autor salienta que, no auge da colheita de café, podem-se verificar altas infestações, que variam de 33,59 a 40,87%, níveis considerados críticos para a produtividade e qualidade do fruto. Laurentino e Costa (2004) enfatizam que dentre as principais depreciações causadas por seu ataque destaca-se a perda de peso do café beneficiado, chegando a 21%, devido a sua destruição pelas larvas.

Discorrendo sobre a temática de distribuição espacial, Cárdenas (2002) pontua que os artrópodes não possuem uma abrangência uniforme nas áreas de infestação, sendo esta vinculada a fatores ambientais. Fernandes (2009) defende que o conhecimento do padrão de distribuição espacial de um inseto permite concentrar o esforço amostral e de manejo. Assim, segundo o autor, é possível realizar o controle nos locais onde se encontram as maiores densidades. Em relação a isso, Santi *et al.* (2014) asseguram que o estudo da distribuição espacial de insetos-praga por meio de procedimentos geostatísticos é fundamental para a utilização de estratégias de controle, aperfeiçoamento de técnicas de amostragens e quantificação de danos econômicos.

Sabe-se que as fêmeas da broca-do-café são atraídas por compostos à base de álcool. Esses atrativos podem ser utilizados em armadilhas para atrair e matar fêmeas adultas (FERNANDES *et al.*, 2014). O uso das armadilhas nas áreas pode gerar um “mapa” de infestação contribuindo para o controle localizado da praga. Dessa forma, ocorre a redução de gastos com inseticidas e mão de obra, possibilitando a

pulverização ou a eliminação somente daquelas plantas mais infestadas ao redor das armadilhas que coletaram maior quantidade de insetos (PEREIRA, 2006).

Apesar da deficiência de pesquisas de monitoramento de insetos-praga na cultura do café por meio das ferramentas de geoestatística, pode-se citar o trabalho de Guedes *et al.* (2006), que avaliaram a ocorrência de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivo de soja, considerando uma amostragem tradicional e uma amostragem em malha amostral. Pela amostragem tradicional, em toda a área haveria a necessidade de realização de controle químico (7,5 indivíduos m²). Porém, na amostragem georreferenciada, apenas 28% da área teria necessidade de controle imediato, e em 32% da área, o monitoramento seria preconizado (SANTI *et al.* 2014).

O uso de novas técnicas para a compreensão da distribuição espacial de pragas é realmente necessário, uma vez que os métodos convencionais de avaliação se mostram pouco eficazes, sendo muitas vezes onerosos e dispendiosos. Dessa forma, objetivou-se caracterizar a distribuição espacial da broca-do-café por meio de mapas de agricultura de precisão com o uso de armadilhas na região de Patos de Minas (MG).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na propriedade comercial Fazenda Mata dos Fernandes, localizada no município de Patos de Minas, MG (18°56'S, 46°46'W) com altitude de 1072 m. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima tropical de altitude (Cwa), precipitação média anual ao redor de 1400 mm. A temperatura média anual é de 21,1° C; sendo a máxima anual 27,8° C; e a mínima anual 16,3° C, conforme dados da Estação Meteorológica de Sertãozinho (EPAMIG), localizada no município de Patos de Minas-MG (SOARES *et al.* 2011).

Foi utilizada lavoura de café composta por plantas da linhagem IAC 99 da variedade Catuaí Vermelho, decotadas aproximadamente há 3 anos, cultivadas em espaçamento de 4,0 x 1,0 m, totalizando 2.500 plantas por hectare. O ensaio representou em termos topográficos uma área de 4,29 ha (Figura 1), onde se delineou uma zona de avaliação, utilizando-se a densidade de brocas como fator de caracterização.

Os dados experimentais foram coletados no período de 27/07/17 a 25/10/17, compreendendo o estágio de pós-colheita, em que há a formação das gemas reprodutivas, florada e pós-florada, assim caracterizadas por Pezzopane, *et al.* (2003). Os tratamentos culturais de rotina foram mantidos na área de estudo para a real análise de distribuição do inseto.

Para a amostragem de adultos da broca-do-café, foram usadas 100 armadilhas de cor vermelha confeccionadas com garrafas transparentes de 2 litros de mesmo modelo e formato, baseado no modelo proposto por Villacorta *et al.* (2001) (Figura 2).

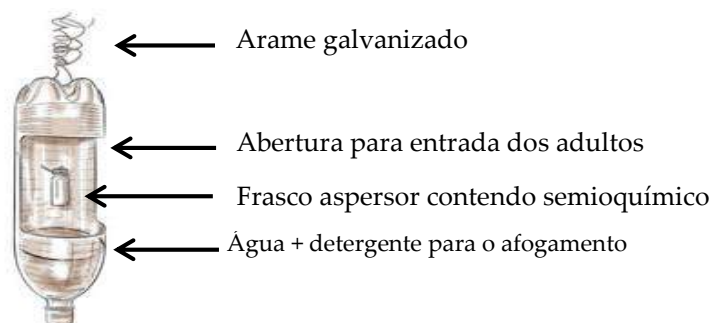
FIGURA 1: Área experimental com 4,29 ha



Fonte: dos autores

Para o atrativo foi utilizada uma mistura contendo etanol e metanol na proporção de 1:1 e 10 gramas de pó de café puro, colocada em frascos difusores de 10 ml, com tampas de borracha. Na base da garrafa foram colocados 200 ml de água e 1 ml de detergente líquido neutro para o afogamento das brocas.

Figura 2. Modelo de armadilha proposto pelo Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR)

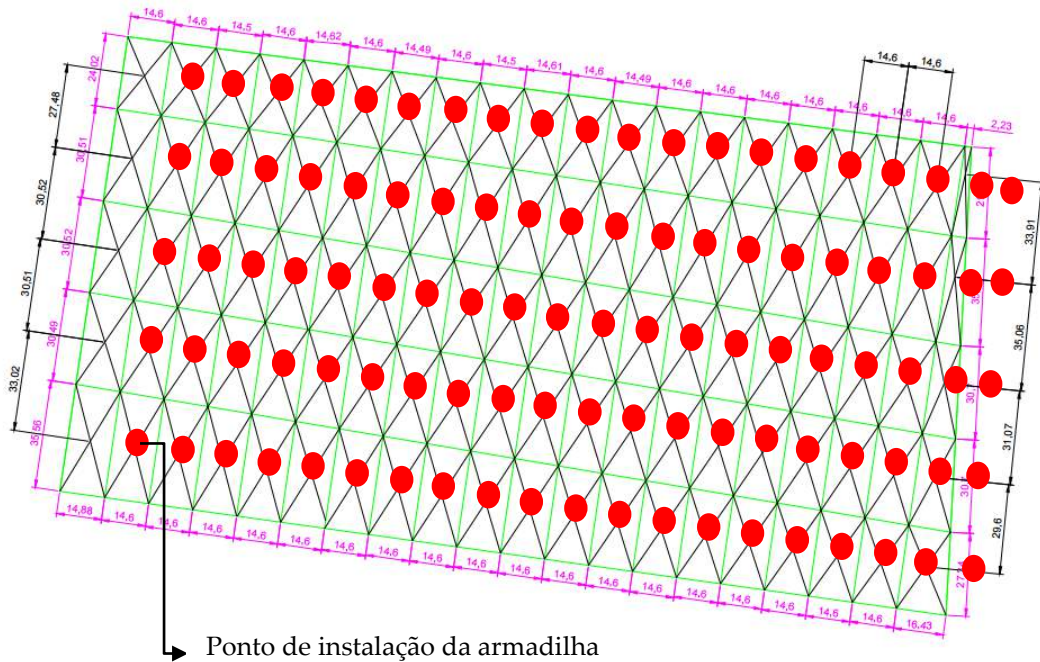


Fonte: Villacorta *et al.* (2001)

Para a distribuição homogênea e equidistante das armadilhas, foi realizado o croqui da área através do software AutoCAD 2010 (Figura 3), que foi seguido

como referência para a montagem do experimento. As garrafas foram presas às plantas a 1,5 m de altura do solo, com arame galvanizado número 14. A abertura da armadilha foi posicionada para o centro da entrelinha do café, para possibilitar que a pluma odorífica do atrativo se dispersasse entre as fileiras (FERNANDES *et al.* 2014).

FIGURA 3. Divisão da área em grids para o posicionamento equidistante das armadilhas

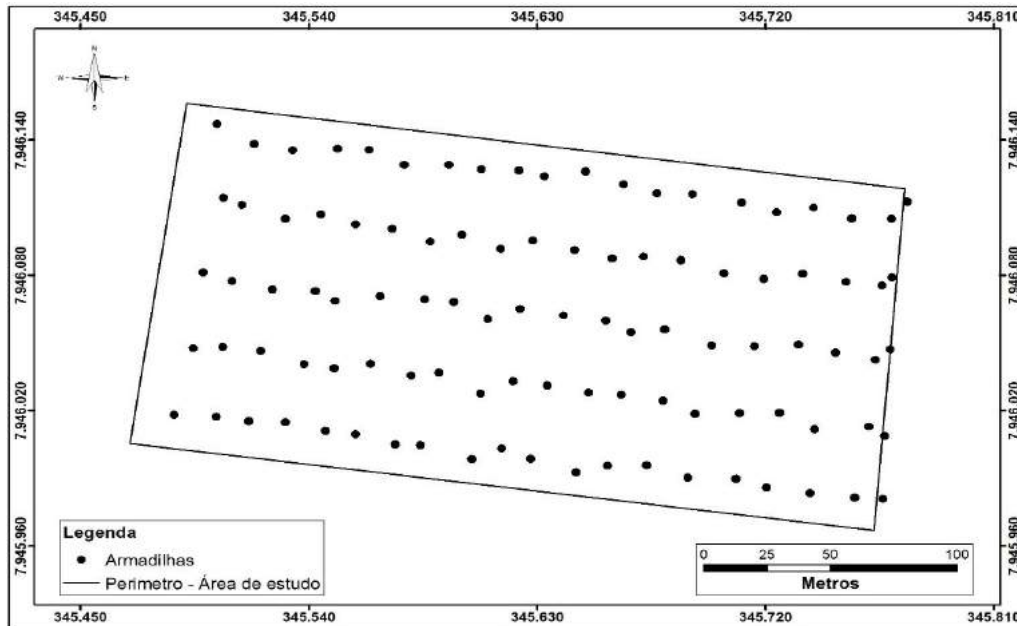


Fonte: dos autores

Para fins de confecção dos mapas de densidade, cada armadilha foi georreferenciada por meio de GPS modelo Trimble Juno 3B, com precisão de 1-3 metros pós-processado (Figura 4). Para a coleta da temperatura e da umidade do ar, foi instalado um termo-higrômetro digital marca AKSO modelo AK27 no local, onde os valores foram registrados a cada avaliação. Para obter os valores de precipitação, foram instalados três pluviômetros ao longo da borda da área de estudo.

Para a coleta das amostras, foram adquiridos potes plásticos de 500 ml enumerados de acordo com os pontos colhidos pelo sistema de GPS. As amostras foram coletadas a cada 15 dias e encaminhadas para o Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB), pertencente ao Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), onde os insetos foram identificados e contabilizados. A reposição do líquido do difusor e também de afogamento foram realizados a cada coleta.

FIGURA 4. Posicionamento das armadilhas por meio de GPS contendo 100 pontos amostrais. Eixo abcissas: longitude, eixo ordenadas: latitude.



Fonte: dos autores

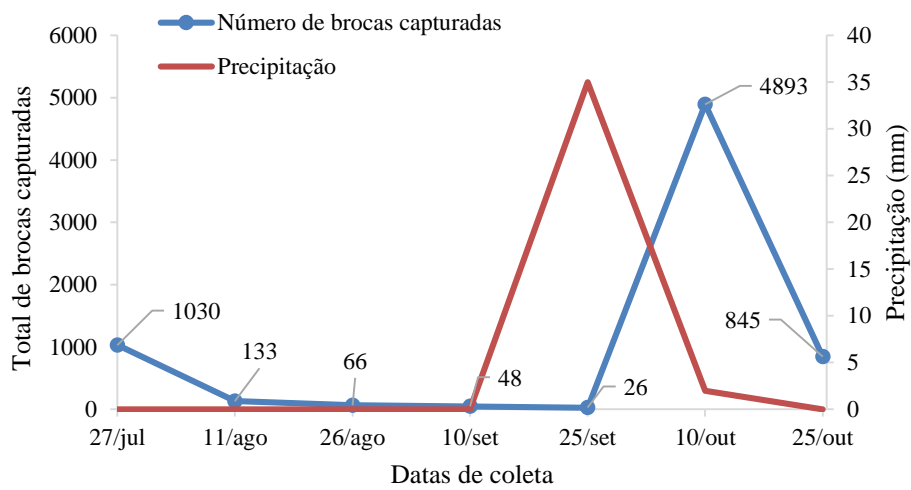
Os dados obtidos nas coletas, juntamente com suas coordenadas geográficas, foram submetidos e processados pelo software ArcGIS 10.5 para a modelagem e confecção dos mapas de infestação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados, observou-se que as armadilhas foram eficientes na captura de adultos de *H. hampei*, com quantidades que variaram de acordo com a época de coleta, sofrendo forte influência das precipitações pluviométricas (Figura 5). Os maiores valores foram verificados no período de gema dormente (montagem do experimento), floração e pós-floração. Segundo os autores Morales, Demoner e Passos (2014), os insetos dispersos na área são capturados logo no início do armadilhamento, e os novos picos coincidem provavelmente com a emergência de novas gerações.

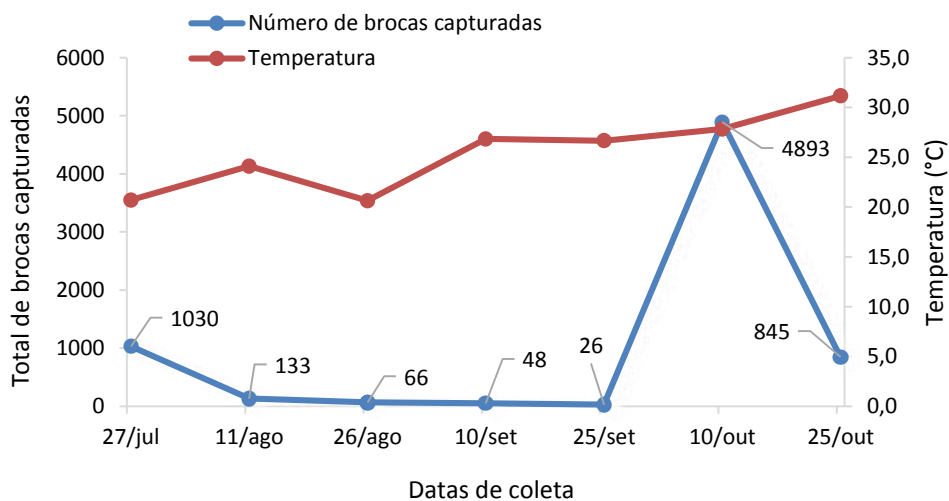
Os picos de captura coincidiram com as temperaturas e umidades mais elevadas registradas (Figura 6). Segundo Jaramillo *et al.* (2009), a temperatura está diretamente ligada à duração de vida da broca, em que os valores de 20 a 30° C compreendem a melhor faixa para o desenvolvimento, desde o ovo ao inseto adulto.

FIGURA 5. Total de brocas capturadas nas datas de coleta e precipitação pluviométrica.



Fonte: dos autores

FIGURA 6. Total de brocas capturadas nas datas de coleta e temperaturas médias.



Fonte: dos autores

Dentre os métodos de interpolações disponíveis pelo software, o que melhor se adequou aos padrões amostrais foi o IDW, diferentemente do modelo apresentado por Silva *et al.* (2013), utilizando a técnica da krigagem. Os mapas foram modelados para a melhor compreensão da distribuição espacial do inseto na área. Eles demonstraram que as brocas se distribuem na área de forma heterogênea, formando as chamadas reboleiras, concentrando-se principalmente nas bordas.

Na primeira coleta realizada no período de pós-colheita, observou-se um

número considerável de brocas capturadas. Os maiores pontos ocorreram nas bordas com tendência para o centro da área. Segundo Mathieu *et al.* (1997), essa fase de inter-estações é fundamental para as próximas gerações do inseto, pois os frutos restantes da colheita, geralmente secos, representam um abrigo para oviposição, através dos quais ocorre a nova infestação. O autor ainda assevera que os poucos grãos verdes ou maduros que permaneceram na planta são utilizados pelas fêmeas como fonte de nutrição.

Nas quatro avaliações subsequentes, houve uma queda no número de capturas, podendo esse fato estar associado à maior quantidade registrada na primeira coleta. Conforme observado nas figuras 5 e 6, esse período foi marcado pela ausência de chuvas e déficit de temperatura. Cure *et al.* (1998) alertam que, uma vez consolidada a população de insetos, sua atividade pode ser afetada pela disponibilidade de frutos presentes na área, por condições ambientais, umidade e particularmente pela temperatura, por atuar na atividade metabólica do artrópode. A umidade atua diretamente nos frutos secos, exercendo forte influência sobre a broca. Quando essa é muito baixa, provoca a seca dos frutos, reduzindo sua multiplicação (CÁRDENAS, 2002).

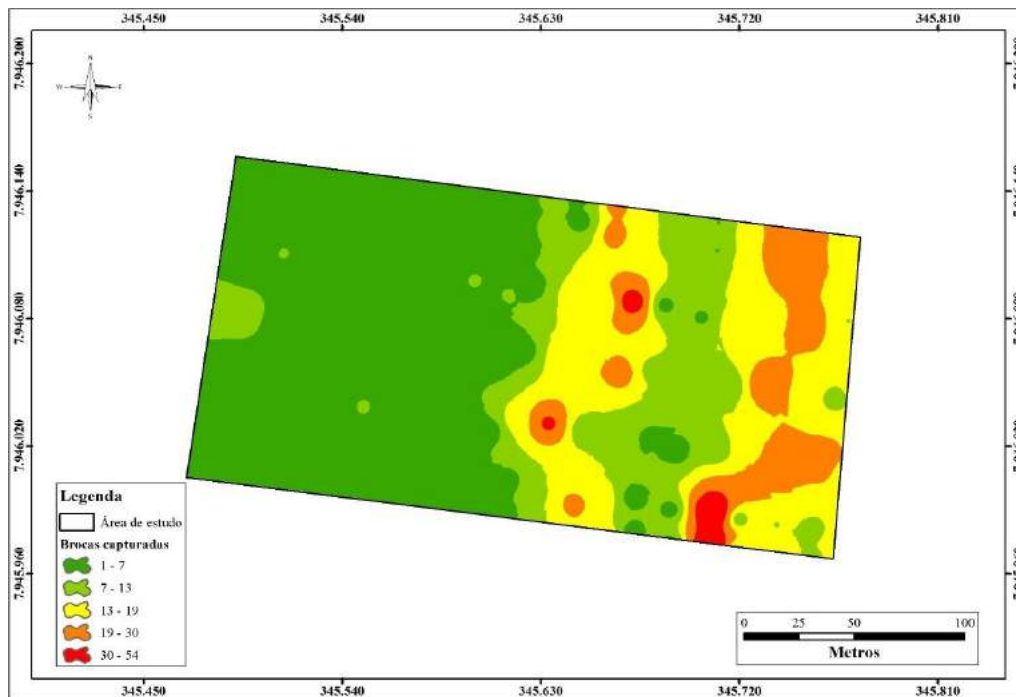
Em relação ao período de floração e pós-florada, que ocorreu entre as avaliações de 10/10 e 25/10, Fernandes *et al.* (2014) consideram que a alta concentração de brocas na área pode ser descrita pela falta de frutos para oviposição, marcando o período trânsito do inseto, a ocorrência das primeiras chuvas e da revoada das fêmeas já copuladas. Os dados enfatizam o que foi citado pelo autor, para quem a maior quantidade de insetos capturados ocorreu no período que sucedeu as chuvas iniciais, marcando o início da florada.

Para a análise da distribuição da broca-do-café durante todo o experimento, confeccionou-se o mapa com a média dos insetos capturados em cada armadilha nas sete avaliações (Figura 7). É possível notar uma grande concentração nas bordas com tendência de deslocamento para o centro da área.

Segundo Cárdenas (2002), a infestação da broca numa planta não é independente da infestação em outras plantas, devido ao caráter agregado da praga, seja pelos aspectos inerentes à espécie, seja em resposta às variações do ambiente, causada pela diferença de relevo, pelo gradiente de fertilidade do solo, diferenças de microclima, entre outras.

Para detectar o início de um controle, recomenda-se associar o número de insetos capturados ao valor da saca beneficiada. Quando o preço estiver alto e a média de captura se igualar a 4 brocas/armadilha/quinzena, indica-se intervenção. Com a redução do preço, esse valor passa a ser considerado 7 brocas/armadilha/quinzena (PEREIRA, 2006). Como as coletas realizadas superaram os índices propostos pelo autor, a infestação do inseto poderá ocasionar danos econômicos expressivos na propriedade em questão.

FIGURA 7. Mapa da distribuição espacial da broca do café. Média das avaliações



Fonte: dos autores

CONCLUSÕES

1. As armadilhas foram eficientes na captura de adultos de *H. hampei*.
2. As maiores capturas foram verificadas no período da floração, quando ocorreram o aumento da temperatura e a ocorrência das primeiras chuvas.
3. As brocas se concentraram com maior foco nas bordas com tendência para o centro da área.
4. Os mapas de infestação através do uso de armadilhas proporcionam o reconhecimento dos locais onde há maior incidência, permitindo concentrar medidas e técnicas de controle.

REFERÊNCIAS

CÁRDENAS, R.R. *Modelagem da distribuição espaço temporal da broca do café (Hypothenemus hampei Ferrari) em uma cultura da região central colombiana*. Piracicaba, 2002. 120 p. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2002.

CONAB, *Companhia Nacional de Abastecimento*. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, v. 4 - Safra 2017, n.1 - Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-98, jan. 2017.

CURE, J. R. *et al.* Fenologia e Dinâmica Populacional da Broca do Café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) Relacionadas às Fases de desenvolvimento do Fruto. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27 (1998): 325-335.

DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research*, 90(2000): 453-465.

FERNANDES, F. L. *Distribuição espacial programada de tomada de decisão de controle usando armadilha para Hypothenemus hampei*. 2009. 117f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FERNANDES, F. L. *et al.* Controle massal da broca-do-café com armadilhas de garrafa Pet vermelha em cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(8): 587-594, 2014.

GUEDES, J. V. C. *et al.* Georreferenciamento da ocorrência de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivo de soja, in: Congresso Brasileiro de Entomologia, 21., 2006, Recife. *Anais...* Recife, 2006.

JARAMILLO, J.; BORGEEMEISTER, C.; BAKER, P.S. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. *Bulletin of Entomological Research*, 96(2006): 223-233.

LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Rondônia*, ed. 1, p. 7-15, mar. 2004.

MATHIEU, F.; BRUN, O.; FRÉROT, B. Factors related to native host abandonment by the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 121 (1997): 175- 180.

MORALES, L.; DEMONER, C. A.; PASSOS, V. J. de. *Efeito de captura de broca-do-café, em armadilhas com semioquímicos, no percentual de frutos brocados*. Cornélio Procópio: Emater, Paraná, 2014, 18 p. (Comunicado Técnico, 202).

PEREIRA, A. E. *Uso de armadilha visando geração de nível de ação e correlação entre captura e infestação de Hypothenemus hampei na cultura do café*. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

PEZZOPANE, J.R.M. *et al.* Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro Arábica. *Bragantia*, 62(3): 499-505, 2003.

SANTI, A. L. *et al.* "Agricultura de precisão no manejo de pragas na cultura da soja

no sul do Brasil”, in: BERNARDI, A. C. de C. et al. (ed.). *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília: Embrapa, 2014, cap. 23, pp. 267-273.

SILVA, B. S. O. et al. Variabilidade espacial de *Hypothenemus hampei* no café conilon, in *VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*. Salvador, novembro, 2013.

SOARES, L. H. et al. Aplicação de diferentes Estrobilurinas na cultura da Soja. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, 18(1): 78-97, 2011.

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R. *Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle*. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 40 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 50).

VILLACORTA, A. et al. Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca- do-café *Hypothenemus hampei*(Ferrari) no Paraná, in: *II Simposio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 2001, Vitória (ES). *Anais...* Brasília, Embrapa Café, pp. 2093-2098. 2001.

‡ 0888\ Blackwell Wissenschafts!Verlag\ Berlin

Acidente de trajeto no Brasil e suas implicações

Path accident in Brazil and its implications



Régis Marcelo Pereira

Discente do curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: regis_mp@live.com

Sheilla Pereira Vieira

Mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília. Docente do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: sheilapv@unipam.edu.br

RESUMO: O objetivo deste estudo é esclarecer informações sobre o acidente de trajeto e suas implicações, no que diz respeito à sua caracterização, às responsabilidades do empregador e aos direitos do acidentado, utilizando como base leis brasileiras e normas técnicas, além de identificar as causas e apontar meios preventivos para a redução desses incidentes. Neste trabalho serão apresentadas estatísticas relacionadas aos acidentes de trajeto no Brasil, no período compreendido entre 2011-2013 (dados mais recentes disponíveis no site da Previdência Social), a fim de identificar os indivíduos mais susceptíveis, a partir de características como estado/ região em que sofreram os acidentes, faixa etária em que se encontram e o seu gênero. Diante disso, a região Sudeste apresenta os piores índices entre as regiões, totalizando 390.111 acidentes de percurso em 2013 (57,74%); dos estados, São Paulo registrou 44.030 (39,45%); a faixa etária se encontra entre 25 a 29 anos, somando 22.123 incidentes (19,82%), e por último, foi constatado que os homens sofrem mais acidentes no caminho da residência para o trabalho ou vice-versa, 69.424 (62%). Pelo fato de esses acidentes ocorrerem fora do ambiente de trabalho, existe maior dificuldade das empresas em adotar padrões de segurança e prevenção eficientes, no entanto, a conscientização dos trabalhadores é fundamental. A inclusão de educação de trânsito no Diálogo Diário de Segurança (DDS) e em programas como a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT) têm grande importância para minimizá-los.

PALAVRAS-CHAVE: Acidente de trajeto. Acidente de trabalho.

ABSTRACT: The objective of this search is to clarify information about the path accident and its implications with regard to its characterization, the employer's responsibilities, rugged rights, using as a basis Brazilian laws and technical standards, and to identify the causes and point preventive measures to reduce these incidents. In this study will be presented statistics related to path accidents in Brazil, in the period 2011-2013 (latest data available on the Social Security website) in order to identify more susceptible individuals, from features

such as state/ region where they suffered accidents, their ages and gender. Thus, the Southeast has the worst rates among regions, totalizing 390,111 path accidents in 2013 (57.74%); among the states, São Paulo recorded 44,030 (39.45%); the age between 25 to 29 years, adding 22,123 incidents (19.82%), and finally, it was found that men suffer more accidents on the road from home to work or vice versa, 69,424 (62%). Because these accidents occur outside the workplace, there is a greater difficulty for companies to adopt efficient safety and prevention standards, however, the awareness of workers is of key importance. The inclusion of traffic education in the Daily Dialogue of Security (DDS) and programs such as the Internal Week for Prevention of Work Accidents (SIPAT) are very important to minimize them.

KEYWORDS: Path accident. Work accident.

1. INTRODUÇÃO

O acidente de trajeto é atualmente o principal responsável pelo aumento nas estatísticas de acidentes de trabalho no Brasil. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016), os acidentes sofridos pelos trabalhadores no caminho da residência-trabalho ou vice-versa, subiram 41,2% (em números, subiram de 79 mil para 111,6 mil), entre 2007 a 2013. E já correspondem por 20% das Comunicações de Acidente de Trabalho (CAT) registradas no país. A CNI (2016) completa que na indústria, os acidentes de trajeto também aumentaram 42% no mesmo período, chegando a 35,2 mil ocorrências.

De acordo com Vasconcellos (2011), mais de um terço dos acidentes de trânsito ocorridos no Brasil em 2010 foram caracterizados como acidentes de trajeto, ou seja, das 252 mil pessoas acidentadas no trânsito, 94.789 correspondem a vítimas de acidentes de trajeto, segundo os registros da Previdência Social. Além disso, o Sindicato das Seguradoras de Santa Catarina (SINDSEG-SC, 2013) reforça que os acidentes de percurso afastam mais trabalhadores do que os acontecimentos fortuitos dentro das empresas.

Diante desses problemas, há um crescente interesse em reduzir o número de acidentes de percurso. Para Mônica Messenberg, diretora de relações institucionais do CNI, 2016), os dados são preocupantes, e são enormes os desafios para se implantar programas de prevenção, segurança e saúde dentro das empresas, visto que os acidentes ocorrem fora do local de trabalho.

O objetivo deste trabalho é apresentar informações sobre o acidente de trajeto e suas implicações, entre os anos de 2011 a 2013 no Brasil. Será necessário verificar a sua caracterização, as responsabilidades do empregador, os direitos do acidentado, utilizando como base leis brasileiras e normas técnicas, identificando os indivíduos mais propensos a sofrer acidentes de percurso, detectando as causas e apontando medidas para a redução desses incidentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ACIDENTE DE TRAJETO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 14280: 2001, define o acidente de trajeto ou percurso como aquele que o empregado sofre no percurso da casa para o trabalho ou no trajeto inverso, independentemente do meio de locomoção, contanto que não ocorra interrupção nem mudança de rota por motivo não relacionado ao trabalho, “provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a perda ou redução (permanente ou temporária) da capacidade para o trabalho ou, em último caso, a morte” (artigo da Lei nº 6367, de 19 de outubro 1976).

De acordo com o artigo 21, inciso IV, letra “d” da lei nº 8.213/91, o acidente de trajeto é equiparado ao acidente de trabalho no que diz respeito a benefícios e estabilidade acidentária, mas devem ser observados alguns detalhes para a sua caracterização. Conforme cita a ABNT NBR 14280, o tempo de percurso gasto pelo trabalhador e o caminho percorrido não precisam necessariamente ser os mais curtos, no entanto, devem ser compatíveis com o meio de transporte utilizado para se chegar até o local de refeição, residência ou trabalho, na sua trajetória habitual. O artigo 21, inciso IV, letra “c” da lei nº 8.213/91 ainda reitera que acidentes ocorridos em viagens a serviço da empresa, inclusive para estudo quando custeados pelo empregador para capacitação profissional, também se enquadram.

Além disso, Soares (2008) complementa que, em caso de atropelamento ou assalto no trajeto, também se caracteriza acidente de trajeto, “mas se há um desentendimento com alguma pessoa por divergências pessoais e o trabalhador sofre lesões corporais por isso, não se caracterizará acidente de trajeto, sendo assim não estará amparado pela lei acidentária” (SOARES, 2008, p. 39).

2.2. RESPONSABILIDADES DO EMPREGADOR E DIREITOS DO ACIDENTADO

Como o acidente de trajeto é equiparado ao acidente de trabalho, no artigo 22 da lei 8.291/91 é destacada a obrigatoriedade do preenchimento e da emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) à Previdência Social por parte do empregador, nas primeiras 24 horas após o acidente, ficando sujeito a multa, caso não cumpra o prazo previsto. Assegura-se assim que seu empregado, em caso de afastamento, tenha direito de receber o benefício previdenciário de auxílio-doença acidentário, pago pelo Instituto Nacional de Seguro Social (INSS). O artigo 118 da lei 8.213/91 ressalta também a garantia de estabilidade do acidentado em manter-se no emprego por doze meses, ao término desse auxílio (desde que o mesmo tenha ficado mais de 15 dias afastado).

Ainda segundo a Previdência Social (2013), no caso de a empresa não elaborar o registro da CAT, o próprio trabalhador, o dependente, a entidade sindical, o médico ou a autoridade pública podem fazê-lo a qualquer momento, não isentando o empregador de multa.

De acordo com o Departamento Estadual de Trânsito de Minas Gerais (DETRAN-MG, 2016), toda pessoa que sofre um acidente envolvendo veículos automotores (seja motorista, passageiro do veículo ou pedestre) tem direito de receber indenização, seja por morte, invalidez permanente ou reembolso de despesas médicas (devidamente comprovadas), independentemente de quem seja o culpado, pagamento que é efetuado pelo seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres (DPVAT).

Logo, o acidente de trajeto não gera indenização para o empregador, e sua responsabilidade se resume a emitir a CAT e respeitar o período de estabilidade do funcionário nos doze meses seguintes ao retorno para o trabalho.

2.3. ACIDENTES DE TRAJETO E SUAS PRINCIPAIS CAUSAS

A Assessoria e Segurança do Trabalho (AST, 2016) reforça que o acidente de percurso pode ocorrer na utilização de veículos particulares do funcionário (automóveis, motocicletas e bicicletas), assim como no transporte coletivo (ônibus, bonde, metrô ou trem) ou em transportes fornecidos pela empresa, como veículos ou ônibus fretados. O órgão informa ainda que os acidentes de trajeto mais comuns são quedas, torções, contusões, atropelamentos e colisões. A AST (2016) ainda menciona atitudes e comportamentos das pessoas como sendo as principais causas destes, tais como ingestão de álcool, desatenção, desobediência às leis de trânsito, negligência e imprudência.

Já para a Confederação Nacional dos Trabalhadores no Ramo Químico (CNTQ, 2015), o aumento na frota de veículos e o local de trabalho, que tem ficado cada vez mais longe de casa, são motivos para o agravamento desse quadro.

De acordo com Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV, 2015), 90% dos acidentes de trânsito ocorrem devido a falhas humanas, 5% por falhas mecânicas (podem ser caracterizadas como humanas também, visto que é responsabilidade do condutor cuidar das manutenções preventivas e corretivas do veículo) e 5% pelo fator via, que tem relação com os problemas que esta apresenta no que diz respeito a sinalização, conservação e projeto mal elaborado.

2.4. MEIOS DE PREVENÇÃO

O sindicato das Seguradoras de Santa Catarina (SINDSEG-SC, 2013) releva a importância da inclusão da educação para trânsito nos programas de prevenção da empresa, inclusive na SIPAT e no DDS, a fim de conscientizar os trabalhadores dos riscos que os cercam no caminho da casa para o trabalho e vice-versa, haja vista que esses são os maiores causadores de afastamentos nas empresas. A Norma Regulamentadora 5 (NR-5), por meio da letra “o” do item 5.16, cita que é atribuição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) promover a SIPAT anualmente, juntamente com o Serviço Especializado de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).

“Vale destacar que os acidentes não ocorrem por acaso, por mais que a

palavra queira traduzir e os condutores se eximirem da responsabilidade. Mortes por acidentes são consideradas pela Organização Mundial de Saúde como mortes evitáveis” (OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA, 2015). Para evitar acidentes de trajeto é necessário o empenho de todas as pessoas, porque um ato inseguro de um coloca em risco outros indivíduos. Seguem abaixo algumas medidas preventivas fornecidas pelo SINDSEG-SC (2013) e pela AST (2016), que corroboram as regras de trânsito, e cujo objetivo é desenvolver o bom senso e o respeito dos usuários, consequentemente evitando acidentes:

TABELA 1. Medidas preventivas para o acidente de trajeto

| | |
|-----------|--|
| Pedestres | <p>Respeite os semáforos.</p> <p>Espere na calçada até que a via esteja livre. Certifique-se de que não venha nenhum veículo antes de atravessá-la.</p> <p>Ao cruzar uma rua com veículos estacionados, tenha em mente que eles dificultam o seu campo visual e o do motorista.</p> <p>Respeite sempre as barreiras ou sinais de passagem de nível. Não confie nem na sua vista (pode ser que se engane com a distância ou com a velocidade do veículo) nem nas suas pernas. A lei não ampara a imprudência.</p> <p>Nunca suba em um veículo em movimento.</p> <p>Não caminhe por atalhos em más condições, nem circule por locais onde exista o risco de queda de objetos.</p> <p>O trajeto de casa para o trabalho deve realizar-se sempre pelo mesmo caminho ou pelo mais seguro.</p> <p>Atravesse somente pelas faixas de pedestre; caso não existam, procure atravessar próximo de esquinas, onde os motoristas reduzem a velocidade.</p> <p>Caminhe sempre pelas calçadas e cuidado com as calçadas em mal estado de conservação ou com desnível.</p> <p>Não tente subir em um veículo de transporte público (ônibus, lotação, metrô ou trem) que esteja excessivamente cheio. Espere o próximo.</p> <p>Mulheres devem evitar utilizar saltos muito altos, pois predispõem a quedas e torções.</p> |
| Ciclistas | <p>Procure utilizar as vias específicas de trânsito para bicicletas (ciclovias, ciclo-faixas, calçadas compartilhadas, etc.)</p> <p>Se existem vários ciclistas, eles devem ir um atrás do outro.</p> <p>Nunca ande a reboque de qualquer outro veículo.</p> <p>Conserve em boas condições os freios, as luzes e os pneus.</p> <p>Pela noite você deve ver e ser visto (luz branca ou amarela na parte dianteira e vermelha na parte traseira, podendo substituir esta por uma fita refletora).</p> <p>É perigoso levar pessoas, cargas ou objetos que impeçam sua visão ou conduzir a bicicleta segurando-o com uma das mãos.</p> <p>Indique com antecipação qualquer mudança de direção que vá fazer.</p> <p>Obedeça às indicações dos semáforos e às demais sinalizações das vias.</p> <p>Assim como os demais motoristas, não beba antes de guiar a bicicleta.</p> |

- Motociclistas** Se dirigir ou andar numa motocicleta, proteja-se com capacete. Verifique continuamente os freios, a direção, as luzes, as rodas, etc. Do bom funcionamento do veículo depende a vida do condutor (a) e a dos demais.
- Planeje seu itinerário e saia com tempo suficiente. A pressa é inimiga do condutor.
- Sinalize as manobras que vai realizar e nunca ultrapasse pela direita
- Conduza sempre em linha reta, sem ficar “costurando”.
- Cuidado com pedestres. Lembre-se de que o pedestre tem prioridade no trânsito urbano. Seja cordial e tenha cuidado com os pedestres desatentos, principalmente crianças e idosos.
- Reduza a velocidade. Quanto menor a velocidade, maior será o tempo disponível para lidar com o perigo de uma condição adversa ou situações inesperadas, como mudança súbita de trajetória de outro veículo.
- Ao pilotar à noite, use roupas claras e com materiais refletivos. Se estiver em rodovia, ligue o pisca-alerta; mantenha uma distância segura dos veículos à frente (cerca de cinco metros) principalmente em avenidas e rodovias.
- Motoristas** Nos cruzamentos sem boa visibilidade, ainda que tenha preferência de passagem, reduza a velocidade e cruze com cuidado. Deve-se levar em conta as possíveis imprudências dos demais motoristas.
- Ao estacionar o veículo ou abrir a porta oposta à calçada, observe condutor ou passageiro, se estão passando pedestres, veículos ou “motos”. É obrigação de todos conhecer as sinalizações e cumpri-las.
- Ceda a ultrapassagem a veículos com velocidade maior que a sua, ou sempre que outro condutor pedir passagem.
- Participe de cursos de direção defensiva. Esses cursos podem incluir aulas práticas de verificação de hábitos e habilidades.
- Utilize o cinto de segurança.
- Nunca dirija alcoolizado.
- Respeite os limites de velocidade da via e lembre-se também que o limite dependerá, entre outras coisas: a) das condições meteorológicas; b) das condições físicas e psíquicas próprias; e c) do estado do veículo e das ruas, avenidas e estradas.
- Evite fumar enquanto dirige e não fale ao celular. Essas distrações podem causar acidentes.

Fonte: Adaptado de SINDSEG-SC (2013) e AST (2016)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada para esse trabalho foi baseada em 3 fases:

Exploratória: Utilizando os levantamentos bibliográficos/webgráficos feitos através de pesquisas em normas técnicas, leis, reportagens de jornais, artigos e sites.

Descritiva: Foi realizado um estudo a respeito dos acidentes de trajeto no Brasil, no

período situado entre os anos 2011-2013 (dados mais recentes disponíveis), buscando associar tais dados com o conteúdo bibliográfico. Para facilitar o entendimento sobre o assunto, foram feitos gráficos e análises dos resultados obtidos. Algumas características pesquisadas: faixa etária, gênero (masculino ou feminino), estado e região em que ocorreram os acidentes. Também foi verificada a quantidade de acidentes de trabalho sem preenchimento/emissão de CAT.

Explicativa: Foram apontados alguns motivos que justificam as estatísticas em estudo, como, por exemplo, o aumento no número de acidentes de trajeto. Em alguns casos, foram indicadas medidas que poderiam ser tomadas a fim de contribuir para a redução desses incidentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram utilizados anuários estatísticos de acidentes do trabalho, disponibilizados no site da Previdência Social, com dados dos anos de 2011 a 2013. Algumas adaptações foram feitas no sentido de isolar os dados relacionados aos acidentes de trajeto, para se fazer algumas comparações e análises, além de representações gráficas para uma melhor assimilação dos resultados.

4.1. RELAÇÃO ENTRE ACIDENTES DE TRABALHO E ACIDENTES DE TRAJETO

Através dos dados obtidos no site da Previdência Social (2013), observa-se que no Brasil o número total de acidentes de trabalho no ano de 2013 foi de 717.911 (queda de 7,24% em relação ao ano anterior). No entanto, nesse mesmo ano foram registrados 111.601 acidentes de trajeto (alta de 8,31%), atingindo a sua pior marca da história. Os motivos incluem:

- A frota de veículos que não para de crescer. Segundo o site da *Globo* (2014), em 2013, chegava aos 45,4 milhões de automóveis (um automóvel para cada 4,4 habitantes) e 18,1 milhões de motocicletas (uma para cada 11 habitantes).
- “A distância cada vez maior entre os trabalhadores e seus locais de trabalho e a utilização de motos como meio de transporte. A maioria desses acidentes diz respeito à utilização de motocicletas” (CNTQ, 2015).
- Para o SINDSEG-SC (2013), o comportamento e as atitudes imprudentes das pessoas são as principais causas de acidentes de percurso, independentemente do veículo que esteja sendo utilizado ou mesmo se se trata de pedestre.
- O crescimento do número de trabalhadores que foi de 47.458.712 para 48.948.434 (alta de 3,14%), conforme dados da RAIS-TEM por Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese, 2014).

As soluções incluem as seguintes possibilidades:

- Nas grandes cidades, onde o trânsito é intenso, estimular a utilização dos transportes públicos é uma boa alternativa. Para Raia Jr. (2006), esses transportes são considerados os mais seguros. No entanto, seriam necessárias melhorias na

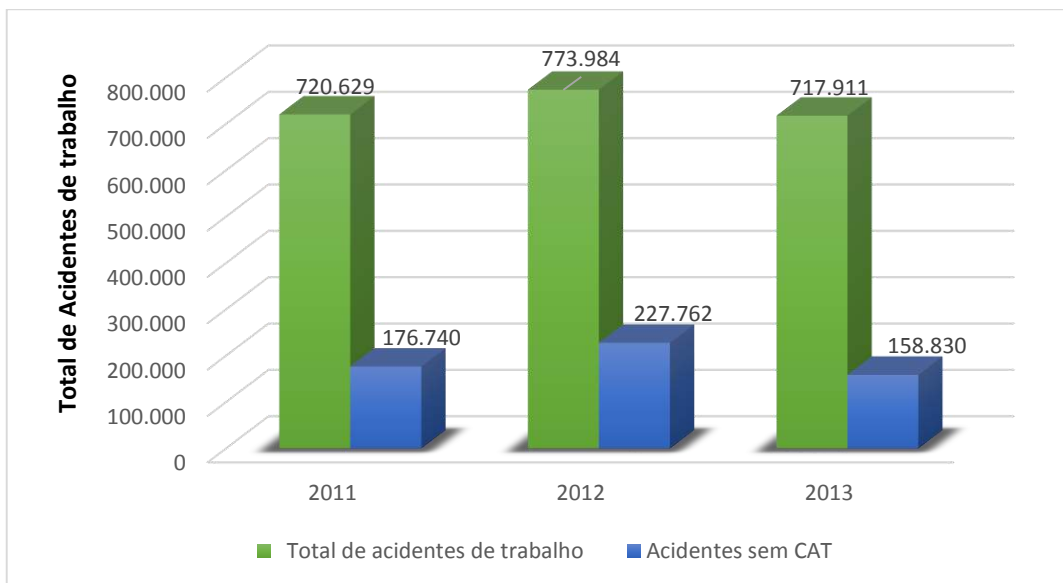
qualidade do transporte e das vias para atender a população com conforto e segurança.

- Maior fiscalização dos órgãos reguladores de trânsito.
- Conscientização dos trabalhadores sobre os riscos que os envolvem no trajeto de casa para o trabalho e do trabalho para casa.

4.2. ACIDENTES DE TRABALHO SEM REGISTRO DE CAT (2011-2013)

Embora todos os acidentes de trabalho ou de trajeto e doenças ocupacionais devam obrigatoriamente ser comunicados através da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), mesmo que não gere afastamento, no período analisado houve uma grande negligência nesse aspecto, especialmente no ano de 2012, no qual 227.762 acidentes não foram informados, representando 29,43% dos acontecimentos totais daquele ano, como visto no gráfico 1.

GRÁFICO 1. Acidentes de trabalho x acidentes de trabalho sem registro de CAT



Fonte: autoria própria, 2016

Alguns motivos para explicar a falta de preenchimento/emissão da CAT:

- Falta de informação por parte do funcionário ou do responsável da segurança na empresa, que considera a CAT necessária apenas em casos de afastamento (menos viável);
- Omissão e negligência da empresa. Para Freitas (2011), isso ocorre porque o número de acidente de trabalho no seu estabelecimento pode refletir na quantidade de impostos a serem pagos, determinados pelo Fator Acidentário de Prevenção.
- Falta de fiscalização dos órgãos públicos.

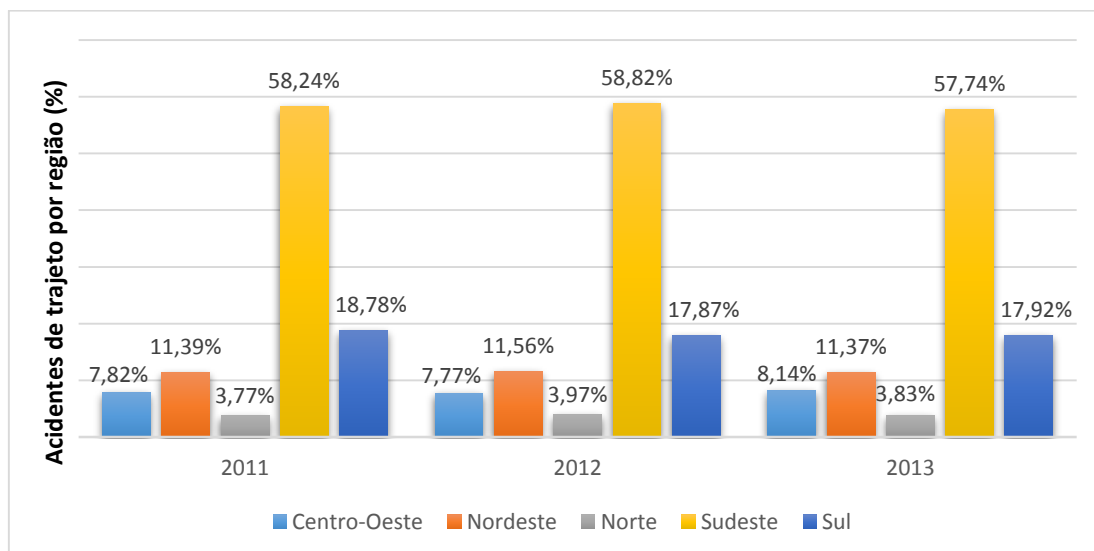
Algumas possíveis soluções:

- O Ministério do Trabalho deve aumentar a fiscalização e punir as empresas que não cumprirem com suas obrigações, além das multas que já são aplicadas.

4.3. ACIDENTES DE TRAJETO POR REGIÃO DO BRASIL (2011-2013)

Nos anos 2011-2013 houve poucas variações no quadro de acidentes de trajeto nas regiões brasileiras. Dessa maneira, a região Sudeste apresenta disparadamente os maiores números de acidentes de percurso, somando 390.111 em 2013 (57,74% do total de acidentes com CAT), enquanto que a região Norte apresenta os valores mais baixos, sendo 31.275 (3,83% do total), como mostra o gráfico 2.

GRÁFICO 2. Evolução dos acidentes de trajeto nas regiões brasileiras, de 2011 a 2013



Fonte: autoria própria, 2016

Alguns motivos para o alto índice de acidentes de trajeto na região Sudeste:

Segundo o site da *Globo* (2014), das dez cidades com mais carro por habitante, nove estão na região Sudeste, enquanto que as motos somam 7,2 milhões (por volta de 41,4%) das 18,1 milhões. Além disso, o Portal Brasil (2016) cita a região Sudeste como a mais desenvolvida economicamente e industrialmente do país, por esse motivo, há uma maior concentração de trabalhadores formais. Associando essas variáveis com as atitudes imprudentes, existem maiores probabilidades de acontecer acidentes de trajeto nessa região.

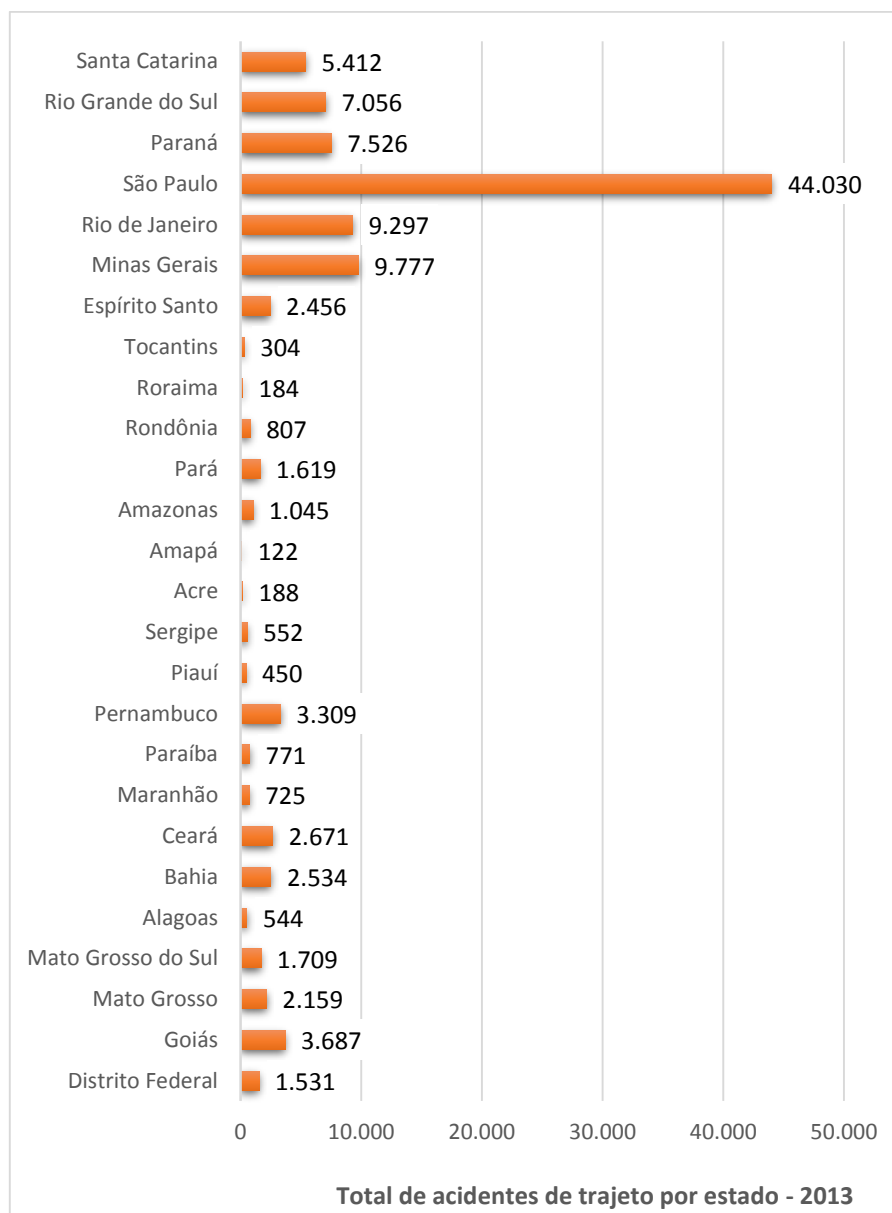
Raia Jr. (2006) ainda complementa que, em regiões mais ricas, os trabalhadores utilizam meios de transportes motorizados individuais e percorrem distâncias maiores até o local de trabalho, ficando expostos por um período maior de tempo nos seus trajetos de casa-trabalho.

4.4. ACIDENTE DE TRAJETO POR ESTADO BRASILEIRO (2013)

Analisando isoladamente os estados, apresentaram redução no número de acidentes de trajeto somente os estados da região Norte e Nordeste: Alagoas (de 567 em 2012 para 544 em 2013), Amapá (de 143 em 2012 para 122 em 2013) e a Bahia (de 2.831 em 2012 para 2.534 em 2013).

No ano de 2013, São Paulo liderou as estatísticas, com 44.030 acidentes registrados no Brasil (39,45%) e o estado do Amapá apresentou os menores índices, com 122 registros (0,14% do total). Dados evidenciados no gráfico 3.

GRÁFICO 3. Acidentes de trajeto por estado (2013)



Fonte: autoria própria, 2016

Motivos para o maior número de acidentes em São Paulo: Segundo o site *Proteção* (2015), em 2013, São Paulo computou o maior número de trabalhadores formais, total de 14.024.340, seguido por Minas Gerais 5.057.080 e Rio de Janeiro 4.586.790. Esse *ranking* se repetiu para os acidentes de trajeto. De acordo com o site da *Globo* (2014), no estado de São Paulo, 6,5 milhões de pessoas vão para o trabalho todo dia, para os mesmos destinos, de carro e na mesma hora, fora os demais veículos.

4.5. ACIDENTE DE TRAJETO EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ACIDENTES DO TRABALHO (COM CAT) – 2013

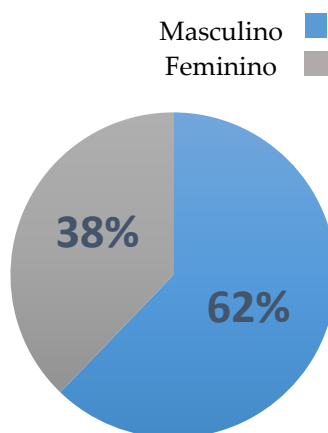
Quando avaliados o percentual de acidentes de trajeto em relação aos acidentes de trabalho com CAT emitidos (proporção), o estado de Roraima possui os piores indicadores, 184 de 556 (33,09%), ou seja, um em cada três acidentes de trabalho corresponde a acidente de trajeto, bem superior à média nacional (19,98%), que já é considerada elevada. Alagoas apresenta as menores taxas de acidente de trajeto, 544 de 4.332 (12,56%). Dados evidenciados no gráfico 4 (página seguinte).

Também foram utilizados os dados estatísticos fornecidos pela Previdência Social (2013) para identificar os trabalhadores que sofreram acidentes de percurso no Brasil, entre 2011 e 2013, através da faixa etária (idade) e gênero (masculino ou feminino).

4.6. ACIDENTE DE TRAJETO POR GÊNERO

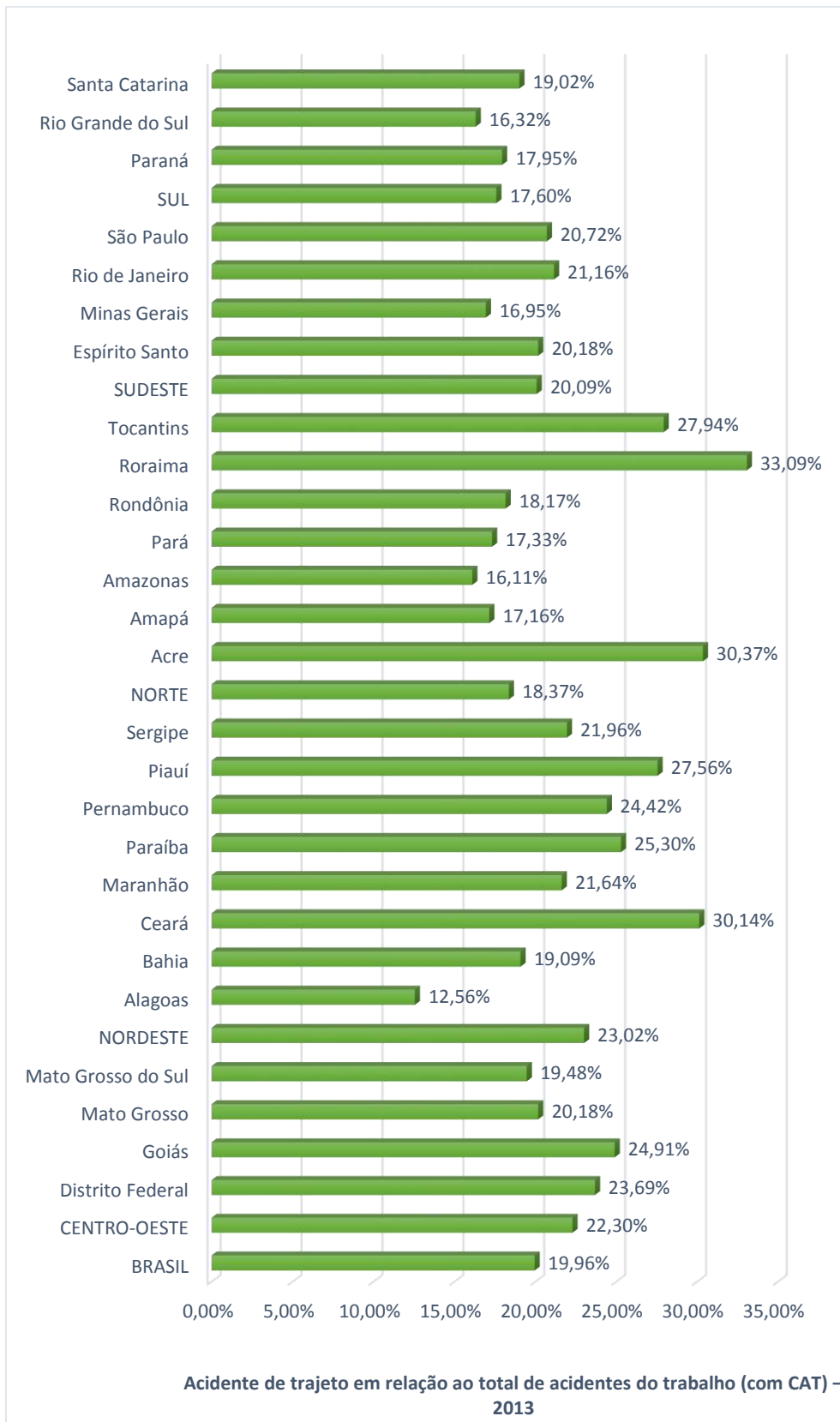
O número de acidentes sofridos tanto por homens quanto por mulheres tem subido nos últimos anos (2011-2013). No entanto, mantiveram na proporção de 62% para o gênero masculino e 38% para o gênero feminino, como mostra o gráfico 5, construído a partir dos dados de 2013 (mais recentes).

GRÁFICO 4. Acidente de trajeto por gênero (2013)



Fonte: autoria própria, 2016

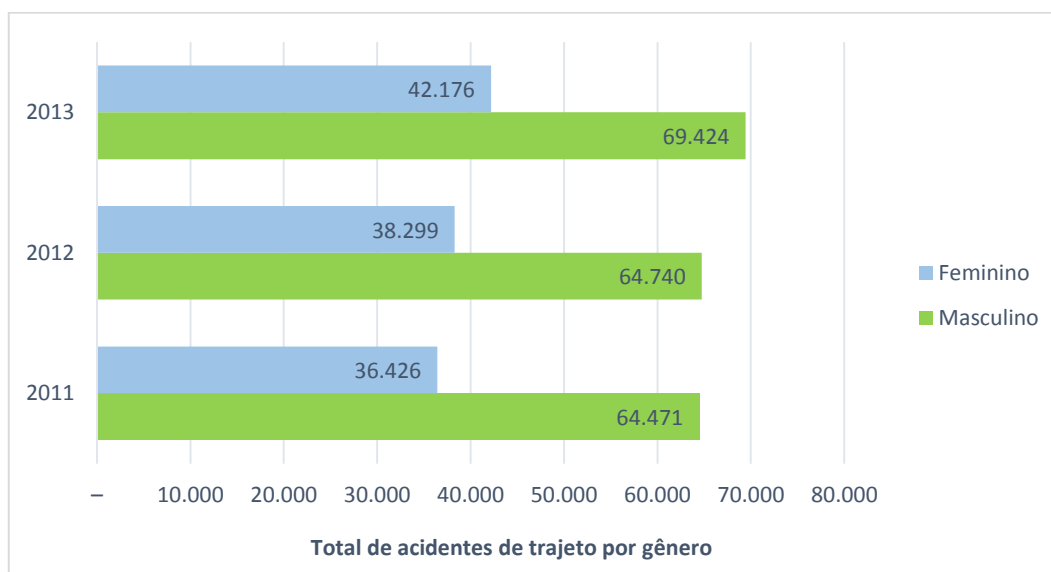
GRÁFICO 5. Percentual de acidentes de trajeto (2013)



Fonte: autoria própria, 2016

Em 2013, os homens sofreram 69.424 acidentes de percurso, enquanto que em 2011 foram 64.471, ou seja, houve aumento de 7,68%. Já para as mulheres, o número saltou de 36.426 para 42.176 (alta de 15,78%). Diante disso, nota-se que a taxa dos acidentes da residência/trabalho e trabalho/casa para mulheres foi duas vezes superior à dos homens.

GRÁFICO 6. Acidentes de trajeto por gênero – Brasil



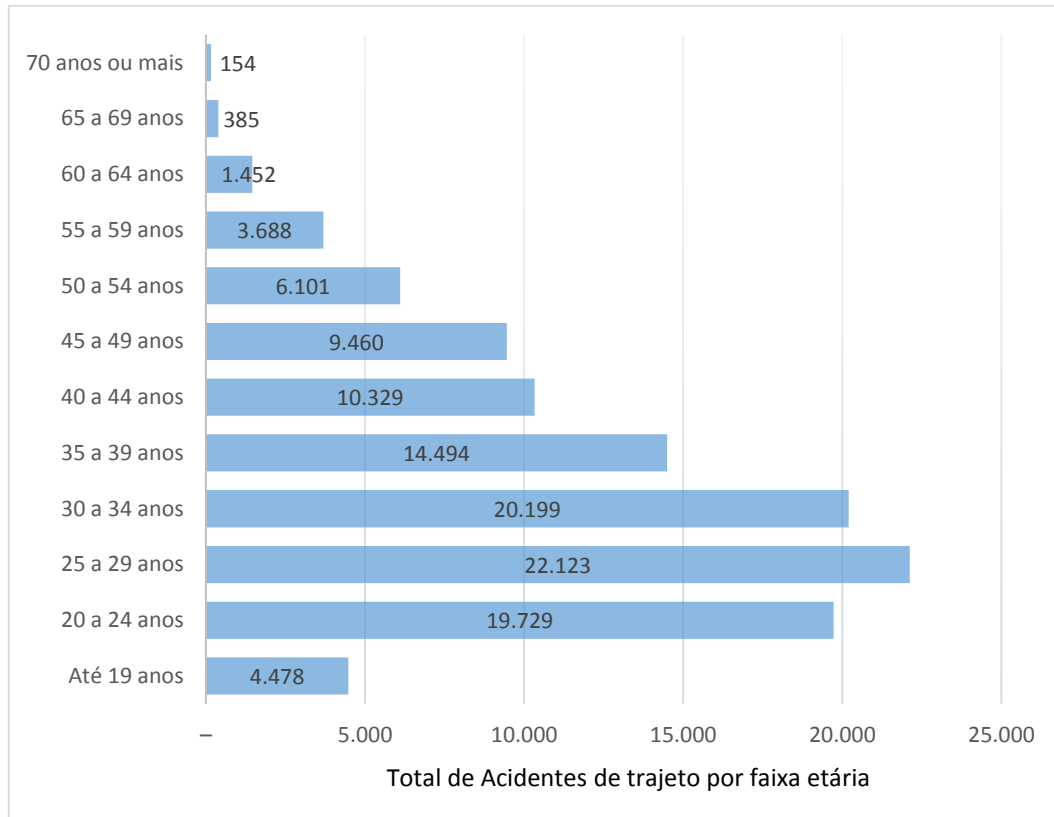
Fonte: autoria própria, 2016

4.7. ACIDENTE DE TRAJETO POR IDADE

A partir dos dados fornecidos pela Previdência Social (2013), foi notado um crescimento no número de ocorrências para todas as idades, independentemente do gênero, quando comparado às estatísticas de 2013 com 2012. As faixas etárias mais susceptíveis a acidentes de trajeto no Brasil, foram entre 25 a 29 anos totalizando 22.123 acidentes (19,82%), logo depois, entre 30 a 34 anos com 20.199 (18,1%) e em seguida, as pessoas com faixa etária de 20 a 24 anos, apresentando 19.729 (17,68%). Juntas essas três faixas de idade foram responsáveis por mais da metade de todos acidentes de percurso ocorridos (55,6 %).

Os menores índices foram em trabalhadores com idade compreendida entre 65 a 69 anos (0,35%) e acima dos 70 anos (0,14%). Todos os resultados são evidenciados no gráfico 7.

GRÁFICO 7. Acidentes de trajeto por faixa etária – Brasil



Fonte: autoria própria, 2016

De acordo com o site *Portal Brasil* (2014), existe uma grande quantidade de idosos e jovens trabalhando na informalidade, por isso não é possível precisar esses números. Os idosos, na sua maioria, são aposentados e trabalham para obter um ganho extra (complemento de renda) ou até mesmo para socialização. Já os jovens, à procura pelo primeiro emprego, conciliada com os estudos, são as principais justificativas para a baixa formalização.

5. CONCLUSÃO

Com relação às legislações e normas técnicas, conclui-se que os acidentes de trajeto são aqueles que ocorrem no caminho da residência para o trabalho e vice-versa. Para ser caracterizado, o trabalhador precisa estar na sua rota habitual, independentemente do meio de locomoção utilizado (particular ou público) e não precisa necessariamente ser o caminho mais curto ou o mais rápido. Esse tipo de acidente não gera indenização para o empregador, cabendo a ele apenas emitir a CAT (Comunicação de Acidente de Trajeto). Já o acidentado, em caso de afastamento por mais de 15 dias, tem direito a estabilidade no emprego por doze meses

após seu retorno, além de auxílio-doença pago pelo INSS (Instituto Nacional de Seguro Social). Quando houver relação com acidente de trânsito, envolvendo veículo automotor, cabe também o direito de receber o seguro do DPVAT.

De acordo com as estatísticas, os indivíduos mais susceptíveis aos acidentes de percurso são homens (correspondendo a cerca de 62% do total de incidentes) e a faixa etária situada entre 25 e 29 anos, tanto para homens quanto para mulheres. No entanto, é importante salientar que os idosos e jovens são maioria na informalidade, idosos devido à aposentadoria (complementação de renda com o trabalho) e jovens por causa de primeiro emprego e tentativa de conciliar estudos, podendo influenciar nos resultados, bem como na ausência de CAT registradas.

Foi notado que os acidentes de trajeto apresentam maiores números em estados e regiões mais desenvolvidos economicamente e industrialmente, especialmente no estado de São Paulo e na região Sudeste, em consequência do fato de a frota de veículos e a quantidade de trabalhadores no mercado formal serem superiores aos demais. São variáveis que, associadas às atitudes e comportamentos imprudentes dos indivíduos, só agravam essas estatísticas que vêm crescendo nos últimos anos, na contramão dos demais acidentes de trabalho (em declínio). Além disso, a utilização de veículos motorizados individuais e a distância entre os trabalhadores e o local de trabalho estão cada vez maiores, consequentemente, os trabalhadores ficam expostos por um período maior de tempo no trajeto casa-trabalho e trabalho-casa.

Sendo assim, o desenvolvimento desta pesquisa mostra as dificuldades que as empresas enfrentam em adotar medidas de controle e prevenção dos acidentes de percurso, já que estes acontecem fora do ambiente de trabalho e estão na sua maioria associados a acidentes de trânsito. Por parte da empresa, é proposto que se promovam programas internos com foco na educação para a segurança no trânsito, utilizando ferramentas como o DDS (Debate Diário de Segurança) e a SIPAT (Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho), através de palestras direcionadas ao assunto, sem necessidade de grandes investimentos, mas com bons resultados na conscientização dos colaboradores a respeito dos riscos que os rodeiam no caminho da residência para o trabalho e vice-versa.

Pode-se afirmar também que o governo e os órgãos reguladores de trânsito podem contribuir na redução desses números, através de investimentos em campanhas de conscientização da sociedade como um todo, estimulando o bom senso e o respeito no trânsito, tanto para pedestres quanto para motoristas, motociclistas, ciclistas etc. Além disso, a melhoria na infraestrutura das vias e nas condições dos transportes públicos é fundamental, garantindo acessibilidade, conforto e segurança aos usuários, consequentemente estimulando o uso desse tipo de transporte em substituição a veículos particulares. Por fim, faz-se necessário aumentar a fiscalização, a fim de assegurar o cumprimento das regras de trânsito, aplicando punições aos infratores.

REFERÊNCIAS

ASSESSORIA E SEGURANÇA DO TRABALHO – AST. *Conhecendo o acidente de trajeto*. Disponível em: <<http://www.ast.net.br/dicas2>>. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 14280: Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação*. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 2001. *Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências*. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213compilado.htm>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

BRASIL. Lei nº 6.367, de 19 de outubro de 1976. *Dispõe sobre o seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6367.htm>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 5. Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA*. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1999. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR5.pdf>>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. *Acidentes de trajeto crescem e representam 20% dos acidentes de trabalho no Brasil*. <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/01/1,70277/acidentes-de-trajeto-crescem-e-representam-20-dos-acidentes-de-trabalho-no-brasil.html>>. Acesso em: 06 de outubro de 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES NO RAMO QUÍMICO – CNTQ. *Portal TST: três em cada 20 acidentes de trabalho acontecem no percurso entre a empresa e a residência*. Disponível em: <<http://cntq.org.br/portal-tst-tres-em-cada-20-acidentes-de-trabalho-acontecem-no-percurso-entre-a-empresa-e-a-residencia/>>. Acesso em: 08 de outubro de 2016.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DE MINAS GERAIS – DETRAN-MG. *Seguro DPVAT*. <<https://www.detrان.mg.gov.br/veiculos/taxas-ipva-seguro-dpvat/seguro-transito-dpvat>>. Acesso em: 06 de outubro de 2016.

FREITAS, Djalma Dias. *Acidentes de trabalho: causas e suas consequências*. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/artigo,acidente-de-trabalho-causas-e-suas-consequencias,34481.html>>. Acesso em 22 de novembro de 2016.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – DIEESE. *O mercado de trabalho formal brasileiro: resultados da RAIS 2013*. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/notatecnica/2014/notaTec140Rais2013.pdf>>. Acesso em: 13 de outubro de 2016.

GLOBO. *Com aumento da frota, país tem 1 automóvel para cada 4 habitantes.* <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html>>. Acesso em: 09 de outubro de 2016.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA – ONSV. *90% dos acidentes são causados por falhas humanas, alerta OBSERVATÓRIO.* Disponível em: <<http://www.onsv.org.br/noticias/90-dos-acidentes-sao-causados-por-falhas-humanas-alerta-observatorio/>>. Acesso em: 08 de outubro de 2016.

PREVIDÊNCIA SOCIAL. *Anuário Estatístico da Previdência Social 2013. AEPS – Seção IV – Acidentes do Trabalho – Tabelas.* <<http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/aeps-2013-anuario-estatistico-da-previdencia-social-2013/aeps-2013-secao-iv-acidentes-do-trabalho/aeps-2013-secao-iv-acidentes-do-trabalho-tabelas/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

PREVIDÊNCIA SOCIAL. *Comunicação de Acidente de Trabalho – CAT.* Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/servicos-ao-cidadao/todos-os-servicos/comunicacao-de-acidente-de-trabalho/>>. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

PORTAL BRASIL. *Em dez anos, emprego formal no Brasil cresce 65,7%.* Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/11/em-dez-anos-emprego-formal-no-brasil-cresce-65-7>>. Acesso em: 04 de outubro de 2016.

PORTAL BRASIL. *Região Sudeste.* Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/regiao_sudeste.htm>. Acesso em: 11 de outubro de 2016.

PROTEÇÃO. *Anuário brasileiro de proteção 2015.* Disponível em <http://www.protecao.com.br/materias/anuario_brasileiro_de_p_r_o_t_e_c_a_o_2015/sudeste/AJyJj>. Acesso em: 13 de outubro de 2016.

RAIA Jr, Archimedes Azevedo. *Acidente de trajeto: um aspecto importante da segurança do trabalho no Brasil.* Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/156.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2016.

SINDICATO DAS SEGURADORAS, PREVIDÊNCIA E CAPITALIZAÇÃO EM SANTA CATARINA – SINDSEGSC. *Acidente de Trajeto, como evitá-lo.* <http://www.sindsegsc.org.br/sala-de-imprensa/noticias/visualizar/index.php/acidente_de_trajeto_como_evitalo/11809/>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

SOARES, Luiz de Jesus Pereira. *Os impactos financeiros dos acidentes do trabalho no orçamento brasileiro: uma alternativa política e pedagógica para redução dos gastos.* Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/178124/MonografiaLuisPeres.pdf?sequence=4>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

VASCONCELLOS, Marcos de. *Aumenta número de acidentes de trajeto no Brasil*. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2011-dez-26/cada-tres-acidentes-transito-considerado-acidente-trabalho>>. Acesso em: 16 de outubro de 2016.

Estudo de Caso Udibike: sistema de compartilhamento de bicicletas de Uberlândia/MG

Udibike case study: bicycle sharing system in Uberlândia/MG.



Izabela de Deus Andrade

Discente do curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIPAM
e-mail: izadedeusandrade@gmail.com

Mara Nogueira Porto

Mestre em Artes Visuais pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). e-mail: maraporto@gmail.com

RESUMO: Este artigo busca fazer um estudo de caso sobre o projeto de bicicletas compartilhadas da cidade de Uberlândia/MG, o Udibike. Foi realizado um levantamento teórico a respeito de mobilidade urbana e a inserção do meio de transporte no cotidiano da população. O intuito desta pesquisa é trazer uma fundamentação para a possível implantação de um sistema de compartilhamento de bicicletas na cidade de Patos de Minas/MG. Nesse sentido, após as pesquisas sobre o projeto, fez-se uma análise em campo sobre o funcionamento e implantação do sistema de compartilhamentos em Uberlândia através de questionários aplicados. Por fim, foi executada uma análise dos dados coletados, a qual resultou na viabilidade do sistema e sua influência na cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Bicicletas. Patos de Minas. Bicicletas compartilhadas. Planejamento Urbano.

ABSTRACT: This article seeks to make a case study about the shared bicycle project of the city of Uberlândia/MG, the Udibike. A theoretical survey was made regarding urban mobility and the insertion of the means of transportation in the daily life of the population. The purpose of this research is to provide a rationale for the possible implementation of a bicycle sharing system in the city of Patos de Minas/MG. In this sense, after the research on the project, it was sought to make an analysis in the field about the operation and implementation of the system of shares in Uberlândia through applied questionnaires. Finally, an analysis of the collected data was carried out, which resulted in the viability of the system and its influence in the city.

Keywords: Bicycles. Patos de Minas. Shared bicycles. Urban planning.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um dos questionamentos do século XXI, e é considerada o modo com que os meios de transporte se harmonizam. A compatibilização e interação entre eles garantem a acessibilidade e locomoção de ciclistas e veículos de modo organizado e funcional (DUARTE; LIBARDI; SÁNCHEZ, 2007). Desta forma, é importante repensar o modelo de deslocamento cotidiano imposto no passado e melhorar o trânsito atual. Para enfrentar esse desafio vivenciado por muitos países, faz-se necessário um pensamento coletivo e menos individualista.

As bicicletas no Brasil ganham novos adeptos à medida que é mostrado o seu valor como meio de locomoção. Para isso acontecer, fatores locais culturais e políticos são essenciais. Os novos ciclistas disputam lugares com carros e motos, infraestrutura de baixa qualidade, falta de respeito dos motoristas e outros fatores que são essenciais para que se possa pedalar nas cidades (SILVEIRA, 2016).

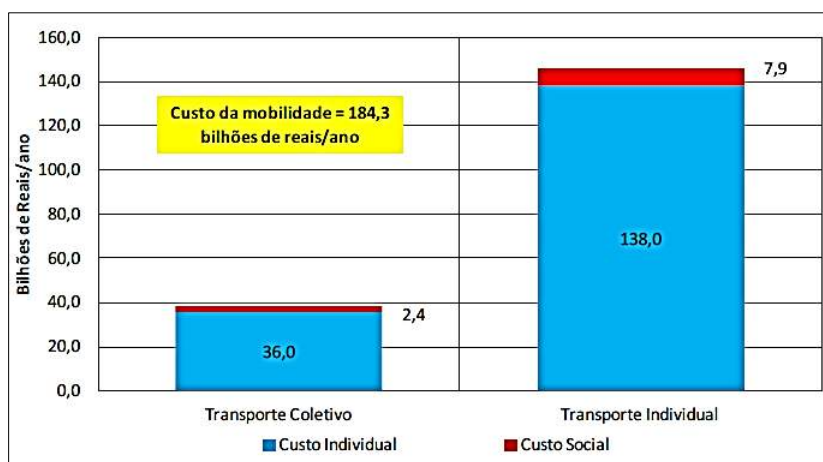
A bicicleta surgiu no Brasil no fim do século XIX, mas só foi considerada veículo pelo Código Brasileiro de Trânsito (CBT) em 1999. Entre as décadas de 1980-90, as discussões a respeito dos problemas ambientais intensificaram e perpetuaram-se até os dias atuais. Esses debates voltados para problemas que as cidades enfrentam com o crescimento populacional são resultados de uma preocupação mundial acerca de mobilidade urbana e seu impacto ambiental. Uma dessas ações foi a agenda 21¹, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a qual coloca como dever de todos os países incentivar o transporte público em massa, encorajar o uso de veículos não motorizados e garantir segurança à pedestres e ciclistas (FRANCO, 2000).

Os deslocamentos ativos realizados a pé ou por bicicletas, e os em transporte público, são realizados por dois terços de toda população brasileira (BLUE, 2016). Entretanto, o veículo individual (carro e/ou moto) conta com a maior parcela dos incentivos públicos (financiamentos) em relação aos demais meios de transportes.

O Levantamento da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), com base no ano de 2012, mostra que o transporte individual motorizado, em todo o Brasil, ainda consome cerca de 80% dos recursos de mobilidade urbana. É evidente o descompasso entre as prioridades garantidas e exigidas nas leis e o que se observa em nossas cidades hoje (SOARES *et al.*, 2015).

¹ A Agenda 21 é um documento assinado em 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro, por 179 países, resultado da “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” – Rio 92, podendo ser definida como um “instrumento de planejamento participativo visando o desenvolvimento sustentável”. Disponível em: << <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=25>. Acesso em 20/06/ 2017.

GRÁFICO 1. Custos da mobilidade por tipo (bilhões de reais/ano) - 2012²



Fonte: ANTP, 2012

Ao considerar o valor gasto com pavimentação e as externalidades atribuídas à poluição emitida pelos automóveis que influenciam na saúde da população, além de valores referentes à segurança das estradas, o custo de manutenção de um carro pelo governo pode ser 30 vezes maior quando comparado ao de uma bicicleta (BLUE, 2016).

A bicicleta, por ser econômica, de baixa agressão ambiental e de fácil adaptação social, foi considerada pela ONU como veículo sustentável (LOPES; SANTOS, 2010) e saudável para o usuário e para cidade, com a diminuição da quantidade de CO₂ emitido por veículos motorizados. Ao incorporar exercícios físicos no cotidiano da população, há a diminuição do estresse, o aumento da autoconfiança, e as pessoas se tornam menos suscetíveis a doenças causadas pelo sedentarismo. Além disso, estudos indicam que, quando se usa o carro por longos deslocamentos, há uma tendência em desenvolver depressão e crises nervosas (MARTIN, 2011 *apud* BLUE, 2016).

Os modelos europeus de mobilidade urbana serviram como propulsor de crescimento para investimentos em alternativas da bicicleta como transporte, assim, planejadores e gestores das cidades brasileiras se baseiam em situações estrangeiras que deram seguimento e se popularizaram para implantações dentro do Brasil. No entanto, principalmente em cidades interioranas, ainda há muito a refletir, discutir e pesquisar para a criação de um novo sistema funcional, para reinserir o uso da bicicleta como meio de transporte público, funcional, não poluente e seguro, criando-se, assim, meios de urbanos de locomoção como as ciclofaixas e ciclovias (ITDP, 2014).

² Custo individual do transporte coletivo – recursos gastos pelos usuários para utilização do sistema de transporte coletivo. Custo social do transporte coletivo – recursos gastos pelo poder público para o funcionamento do sistema de transporte público.

Em algumas cidades do Brasil já é possível usufruir de projetos de utilização de bicicletas públicas, chamadas de bicicletas compartilhadas. Esse sistema consiste em definir pontos estratégicos dentro da cidade para implantar estações com bicicletas disponíveis para serem locadas. Assim, o usuário é um locatário e não dono, que usufrui do transporte no tempo que lhe for útil, devolvendo quando não for mais necessário e possibilitando o uso do modal por outras pessoas. Com isso, a bicicleta compartilhada visa deixar mais acessível a posse, mesmo que temporária, da bicicleta. Grandes cidades já contam com serviços desta natureza para deslocamentos cotidianos desde 2008, como Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Porto Alegre e Brasília, entre várias outras.

Em Uberlândia/MG, foi criado o projeto UdiBike, o qual é uma parceria público-privada entre a prefeitura de Uberlândia, a empresa de telefonia Algar Telecom, o Instituto Algar, Tembici³ e o bairro Granja Marileusa⁴, e visa oferecer à cidade uma solução de mobilidade urbana sustentável, que promova o uso de bicicletas como meio complementar de transporte urbano, além de uma opção de esporte e lazer.

Este trabalho tem o intuito de mostrar que apenas com o uso da bicicleta não há melhorias da mobilidade urbana, mas o processo passa por ela. Na medida em que são apresentadas como alternativa de transporte, há países que implantaram políticas públicas para o uso da bicicleta, com planejamento de ciclofaixas e ciclovias⁵ para deslocamento seguro e de fácil acesso. O governo da Holanda decidiu não priorizar o alargamento das vias públicas e sim encorajar o uso de veículos não motorizados, desta forma privilegiando pedestres, ciclistas e o transporte público (BUEHLER; PUCHER, 2015).

2. OBJETIVOS

O objetivo geral do presente artigo é realizar um “estudo de caso” do UdiBike (projeto das bicicletas compartilhadas de Uberlândia) para coletar dados em relação a adaptação, implantação e funcionalidade do projeto. Objetivos específicos incluem criar um estudo metodológico para avaliar o sistema de bicicletas compartilhadas em Uberlândia, a fim de embasar uma proposição deste mesmo sistema no trabalho de curso, gerando a possibilidade de implantação de um protótipo das bicicletas compartilhadas; investigar as bicicletas compartilhadas como um fenômeno contemporâneo para a melhoria da mobilidade urbana; e mapear problemas já relatados com o projeto UdiBike, proporcionando uma discussão acerca das possíveis soluções.

³ Tembici é a empresa responsável pela implantação e manutenção de bicicletas compartilhadas, com campo de atuação em todo território nacional.

⁴ A granja Marileusa é um bairro totalmente planejado na cidade de Uberlândia, com premissas sustentáveis, tendo um dos bicicletários localizado no seu contexto.

⁵ Ciclofaixas são marcações nas vias, que delimitam o espaço do ciclista através da pintura no asfalto. As ciclovias consistem, além da pintura, na necessidade de uma barreira física que vai proporcionar maior segurança para os ciclistas.

3. JUSTIFICATIVA

Este projeto de pesquisa apresenta uma contextualização e uma problemática do uso da bicicleta como um meio de transporte sustentável.

Patos de Minas já foi uma das cidades interioranas que mais usufruíam das bicicletas como meio de locomoção. De acordo com o IBGE, em 1980, a população era de 86.121 pessoas, em dezembro de 1984, a cidade contava com sessenta mil bicicletas, que eram um dos maiores problemas de trânsito na cidade (PACHECO, 1985). Hoje esse meio de transporte tem sido discriminado e é utilizado em pequena escala para práticas de deslocamento para ir ao trabalho, à escola, ou para uso cotidiano, e mais frequentemente, para fins de lazer. Quando a bicicleta é utilizada nas vias públicas, nota-se muito o uso de maneira incorreta, na contramão, com desrespeito à sinalização. Além disso, inexistente na cidade o espaço para o ciclista em via pública, a sinalização é inadequada e as ciclofaixas não têm continuidade. Deste modo, podemos perceber que a falta de incentivo resulta em pouca segurança para os ciclistas, que têm que transitar entre ônibus, carros e motos.

Para que possamos trazer o envolvimento com esse meio de transporte sustentável para o cotidiano da cidade, devemos criar diálogos com a gestão pública e privada para uma política de comprometimento na criação de mais ciclovias e/ou ciclofaixas. O objetivo é proporcionar segurança do ciclista e um plano de educação urbana para uso de bicicletas, com a apresentação de modelos pertinentes, funcionais, práticos e viáveis financeiramente.

A proposta de pesquisar o UdiBike possibilitará um levantamento exploratório, em busca de encontrar informações pertinentes para a criação futura de um protótipo em Patos de Minas. Com a realização da pesquisa, será possível mapear as características positivas e negativas do projeto, e assim, buscar resoluções dos pontos negativos e alçar novas questões que servirão como base para futuras investigações da mobilidade urbana e da bicicleta como meio de transporte público no cotidiano das cidades.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Para embasar a pesquisa, foi realizada uma revisão que propõe a discussão das cidades contemporâneas, que vão desde ao tema específico, bicicletas compartilhadas, até o conceito de uma cidade criada para pessoas, uma cidade mais humanizada e relacionada com os conceitos de mobilidade urbana e acessibilidade.

4.1. SURGIMENTO DAS BICICLETAS COMPARTILHADAS

As bicicletas compartilhadas surgiram em 1965, quando o vereador de Amsterdã, Luud Schimmelpennink, propôs que 20.000 bicicletas fossem pintadas de branco e colocadas em locais públicos para uso gratuito da população, a fim de

reduzir a quantidade de automóveis que circundavam a cidade. O projeto foi negado, mas serviu como ponto inicial para o surgimento de movimentos de compartilhamentos pelo mundo (ITDP, 2014).

Em 1991, foi criado um modelo mais seguro, em que eram apresentados os documentos de identificação pessoal para então se fazerem a retirada e uso das bicicletas, porém elas teriam que ser devolvidas nos mesmos locais. Apesar de estarem acorrentadas, sofriam também problemas de vandalismos, com depredações e furtos contínuos. Esse inconveniente só foi resolvido na terceira geração, quando houve uma melhoria na segurança e no controle das bicicletas por meio de tecnologia e registro com cartões de créditos e CPF. Este ainda é o modelo utilizado nas estações espalhadas pelo mundo (ITDP, 2014).

As bicicletas mais recentes que fazem parte da terceira geração são uma releitura das incorporadas em cidades europeias, onde, em 2005, teve a primeira implantação mais moderna desse sistema na França, chamado de Velo'V e Vélib'. No Brasil, o Rio de Janeiro/RJ, com o BikeRio, é o pioneiro nesse ramo, e tem ganhado vários adeptos à modalidade (BLUE, 2016).

FIGURA 1. Sistema de bicicletas compartilhadas Vélib' em Paris



Fonte: ITDP, 2014.

4.2. ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE URBANA

No que se refere à mobilidade urbana, a bicicleta é uma grande aliada dos gestores, no entanto, só foi dado o devido valor a ela nas últimas décadas, quando

se percebeu seu potencial em melhoria na mobilidade urbana das cidades (DUARTE *et al.*, 2012). Até a crise do petróleo, as cidades cresciam organizadas para os carros, a partir daí, começou-se a se pensar em locais propícios para circulação das bicicletas (BIANCO, 2003). Como o número de utilizadores de bicicletas aumentou, tornou-se fundamental a obtenção de boas condições de circulação delas, e desta forma, ciclovias e ciclofaixas são indispensáveis para segurança dos ciclistas. Assim, a cidade deve proporcionar infraestrutura para que as bicicletas se integrem a outros modais – como metros e ônibus, e além disso, propor equipamento públicos, como bicicletários e paraciclos⁶ (DUARTE *et al.*, 2012).

Dentro do Código Brasileiro de Trânsito, são asseguradas a prioridade e a segurança dos ciclistas nas vias. Em contrapartida, o Brasil é um país “em desenvolvimento” no que se refere às bicicletas e suas particularidades. A cidade brasileira que conta com a maior quilometragem de ciclovias é São Paulo, com 468 km até dezembro de 2016, segundo mostram os dados do Mobilize⁷, muito pouco se comparado com a Holanda que conta com 35 mil quilômetros de ciclovias (FONTANALS, 2015). Para se obter um nível de mobilidade urbana e integração dos meios de transportes, ainda há muito o que ser feito.

4.3. OS PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE E DA EQUIDADE NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO URBANO

Em 2015, o Ministério das Cidades lançou o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), a fim de orientar os municípios na elaboração dos planos de mobilidade urbana. Neste documento é abordada a dispersão territorial, em que o crescimento das cidades gera um núcleo central de serviços e afasta a população, que percorre, assim, grandes distâncias. Esse processo de separação entre os serviços (trabalho), o lazer (shoppings, parques, clubes, etc.) e o descanso (casa) torna a população cada vez mais dependente dos meios de transportes. A falta do planejamento adequado faz com que os transportes coletivos não satisfaçam o usuário, ocorrendo a migração para o transporte individual motorizado. Esse ciclo se repete na maior parte do território brasileiro. No PlanMob⁸ a bicicleta destaca-se como meio de transporte mais adequado às condições dos usuários e da cidade:

Uma pessoa pedalando viaja duas vezes mais rápido, carrega quatro vezes mais

⁶ Bicicletário é o estacionamento preferencialmente coberto e com proteção; paraciclos são barras metálicas para prender as bicicletas.

⁷ MOBILIZE. Estrutura cicloviária em cidades do Brasil (km): Extensão de vias adequadas ao trânsito de bicicletas em cidades do Brasil. Disponível em: <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-cicloviaria-em-cidades-do-brasil-km.html>. Acesso: 02 de março de 2017.

⁸ BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

carga e cobre três vezes a distância percorrida por uma pessoa caminhando. A bicicleta não emite poluentes e contribui para fazer da cidade um espaço livre de congestionamentos. Do ponto de vista urbanístico, o uso da bicicleta nas cidades reduz o nível de ruído no sistema viário; propicia maior equidade na apropriação do espaço urbano destinado à circulação; libera mais espaço público para o lazer; contribui para a composição de ambientes mais agradáveis, saudáveis e limpos; contribui para a redução dos custos urbanos devido à redução dos sistemas viários destinados aos veículos motorizados; e aumenta a qualidade de vida dos habitantes, na medida em que gera um padrão de tráfego mais calmo e benefícios à saúde de seus usuários (BRASIL, p. 42, 2015).

Com o intuito de reverter a situação caótica dos grandes centros, a lei de Mobilidade Urbana determina que os órgãos governamentais devem priorizar e incentivar os transportes coletivo e não motorizado. Todo município com mais de 20 mil habitantes deve elaborar seus planos de mobilidade urbana até 2019⁹.

4.4. CIDADE PARA PESSOAS

Jan Gehl (2014) exprime a negligência em se pensar a concepção de uma cidade a partir de uma perspectiva urbana como um todo, assim como construída Brasília/DF, numa década completamente moderna, em que os carros são favorecidos pelas grandes avenidas e grandes distâncias. O autor faz um questionamento a respeito dessa criação em grande proporção e atenta para a escala humana de um projeto urbanístico: pensar a cidade em uma grandeza em que se possa andar a pé ou de bicicleta e estreitar a relação cidadão/cidade, propondo um ambiente que gere a convivência e convida a população a querer se locomover por entre as ruas das cidades. Assim teríamos maior quantidade e qualidade dos espaços públicos ofertados pelos nossos planejadores urbanos. De certo modo, é necessário a criação de políticas urbanas que proporcionem cidades com vitalidade, segurança, sustentabilidade e saúde: “O desejo de uma cidade saudável é intensificado se o caminhar ou o pedalar forem etapas naturais do padrão de atividades diárias” (GEHL, 2014).

4.5. O PROJETO UDIBIKE

Uberlândia foi a primeira cidade do interior de Minas Gerais a criar o uso

⁹ A lei 12.587/12 (Política Nacional de Mobilidade Urbana) foi modificada pela Medida Provisória 818/2018, que estendeu o prazo para criação do plano, que era até 2015, e passou para 2019. Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT). *Municípios têm novo prazo para elaborarem planos de mobilidade urbana. Prazo previsto na lei que criou a Política Nacional de Mobilidade Urbana esgotava-se em 2015; agora o limite é até 2019*. 18 jan. 2018. Brasília – DF. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/municipios-tem-novo-prazo-elaborarem-planos-de-mobilidade-urbana>> Acesso em 25 set. 2018.

da bicicleta compartilhada, e está entre as 15 cidades do país a disponibilizar bicicletas como meio de transporte sustentável e coletivo.

O projeto foi inaugurado em abril de 2016 e recebeu o nome de UdiBike. Em um primeiro momento, foram distribuídas 40 bicicletas em quatro estações localizadas em pontos estratégicos da cidade: Centro de Tecelagem, cruzamento das avenidas Rondon Pacheco e João Naves de Ávila, Teatro Municipal e bairro Granja Marileusa (alto da avenida Floriano Peixoto). A ideia é implantar um meio de transporte rotativo integrado ao sistema de transporte público.

A metodologia de funcionamento do UdiBike é simples e eficiente: o ciclista retira a bicicleta em uma das quatro estações e ela pode ser devolvida em qualquer uma delas. O valor da diária é de R\$ 3,00; o plano semanal custa R\$ 10,00; mensal R\$ 20,00 e o anual R\$ 50,00, sendo que é possível ficar, no máximo, duas horas com a bicicleta. Após este período, é necessário aguardar dez minutos para renovar o passe. A compra dos passes é feita por cartão de crédito mediante cadastro no site. Esses serviços são realizados a partir de convênios, parceria público/privado, ou apenas pela empresa privada ou pública que carrega o logo nas bicicletas (Figura 2).

FIGURA 2. Bicicletas do projeto UdiBike, Uberlândia, MG



Foto: Arquivo pessoal

5. METODOLOGIA

Para atender aos anseios desta pesquisa, o trabalho é articulado a partir de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema específico, a bicicleta como um modal¹⁰ de uso compartilhado. Desta forma, espera-se suscitar questionamentos formais e estabelecer uma

¹⁰ São chamados de modal as formas de transportar cargas, sendo divididos em cinco: ferroviário (feito por ferrovias), rodoviário (feito por rodovias), hidroviário (feito pela água),

linha de pensamento a respeito da mobilidade urbana e os espaços compartilhados da cidade, com a finalidade de esclarecer os conceitos e como eles se inter-relacionam.

Este trabalho é um estudo de caso do Udibike: sistema de compartilhamento de bicicletas em Uberlândia, MG, uma investigação que assume esta situação específica e procura encontrar as características e o que há de essencial nelas.

Foi realizado o contato com os propositores do projeto de compartilhamento e seus parceiros. Para melhor compreensão, houve reuniões e entrevistas para esclarecimento de detalhes sobre o compartilhamento de bicicletas. Além disso, foram aplicados questionários com 12 perguntas (para se entender quais as características do Udibike), os quais foram aplicados a 34 entrevistados que são usuários do sistema.

Após essa etapa, foi apresentada uma tabela de dados coletados no Udibike e assim feitas proposições de melhorias a serem aplicadas na proposta de implantação em Patos de Minas, MG.

6. RESULTADOS

6.1. A IDEALIZAÇÃO

O projeto de bicicletas compartilhadas surgiu de uma iniciativa da prefeitura, quando foi realizada uma chamada pública¹¹, que deu margem para as empresas que coordenam esse serviço a apresentarem seu projeto e para patrocinadores interessados. A empresa Tembici e o grupo Algar apresentaram suas proposições e conseguiram incluir em Uberlândia o sistema de compartilhamento de bicicletas, com o nome de Udibike. O sistema implantado busca atender aos anseios da população de ciclistas, por meio da incorporação do compartilhamento de bicicletas, buscando a sua valorização como veículo na cidade (UBERLÂNDIA, 2015).

As bicicletas compartilhadas foram solicitadas em caráter experimental, em concomitância com a Lei Federal nº 12.587/2012 (Política Nacional de Mobilidade Urbana) e do Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257/2001, que exige o incentivo por parte do poder público aos modelos de transporte e equipamentos públicos adequados às necessidades e interesses da população, respeitando as características locais.

6.2. PARCEIROS

O primeiro contato realizado com Gerson Sebastião de Souza, Diretor de Relacionamento com Mercado da Algar Telecom, norteou a pesquisa a respeito do

dutoviário (feito pelos dutos) e aeroviário (feito de forma aérea)

¹¹ Chamamento público nº 581/2015: Para habilitação e seleção de projetos/propostas de interessados em implantar e gerir projeto de bicicletas compartilhadas nas vias públicas de Uberlândia.

uso das bicicletas. Ele ressalta que a empresa foi apenas patrocinadora do projeto e entrou com o capital necessário para implantação do sistema. De acordo com o diretor, o sistema é simples e funcional. “São 4 (quatro) pontos de bicicletário, o cadastro é feito por qualquer computador, celular ou tablete, basta acessar a internet e entrar no site do Udibike”. Além disso, o horário de funcionamento atende à população com 18h de disponibilidade das bicicletas das 5h da manhã às 22h da noite. Os locais escolhidos para a implantação dos bicicletários, assim como toda implantação do sistema foram propostos pelo Compartibike, empresa especializada em mobilidade urbana.

O parceiro principal do projeto é a Tembici, que é um fruto do Compartibike sobre a ótica de uma pesquisa voltada para bicicletas. O foco da empresa são as bicicletas compartilhadas, sejam elas públicas ou privadas, para residências ou cooperativas, urbanas ou elétricas. A empresa atua desde a concepção até a implantação do projeto e compõe assim toda estrutura do Udibike, com fornecimento de bicicletas, bicicletários e placas de trânsito. A Tembici tem mais de 30 projetos no Brasil, entre eles está o Udibike (TEMBICI).

Para todos os sistemas implantados segue uma lógica de gerenciamento de utilização, incluindo atendimento ao usuário, geração de relatórios mensais, acompanhamento em tempo real de usuários cadastrados, bicicletas e estações do sistema e empréstimos realizados, coordenação de um sistema logístico de reposição, manutenção de 20% de vagas livres por estação, mínimo de 25% de bicicletas disponíveis por estação, e diminuição de estações vazias e lotadas (TEMBICI).

O modelo utilizado pela Tembici enquadra bicicletas com quadro modelo urbano, câmbio shimano nexus, freio roller break shimano, proteção de rodas traseiras e cestinha de apoio para portar pequenos objetos (Figura 3a). As estações contam com um sistema automatizado composto por um totem central com tela de comando onde é feita a liberação da bicicleta e um encaixe de acoplamento da bicicleta (Figura 3).

FIGURA 3: Modelo padrão de bicicleta e totem apresentado pelo Tembici



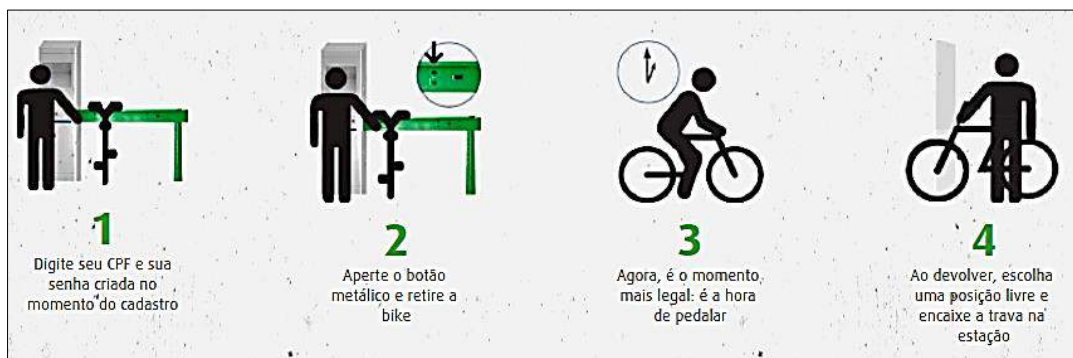
Fonte: Imagem da apresentação institucional da Tembici.

Para cadastramento, é só acessar, de qualquer computador, celular ou tablet, o site do Udibike e preencher com os dados do usuário e cartão de crédito. O sistema funciona com a compra do passe diário por R\$3,00; para 7 dias são R\$10,00; para 31 dias são R\$20,00; ou para 365 dias o valor é R\$50,00 (UDIBIKE).

Após adquirir qualquer modalidade de passe, a utilização por 2 horas é gratuita. Apenas haverá pagamento adicional caso o período de utilização da bicicleta ultrapasse 2 (duas) horas contínuas. Para cada 1 (uma) hora adicional, o valor é de R\$ 10,00. Ao renovar um segundo passe com um primeiro passe ainda ativo, o novo começa a valer automaticamente no dia seguinte ao término do período do anterior. Ou seja, o período do novo passe adquirido será somado ao crédito total ainda vigente do passe anterior comprado pelo usuário. Ao fazer um intervalo de 10 minutos entre um empréstimo e outro, um novo período se inicia e as 2 (duas) horas começam a contar novamente. O passe começa a valer a partir do momento da compra. (UDIBIKE).

O pedido de retirada é feito no totem em que o usuário escolhe qual bicicleta vai utilizar, digitando o CPF e a senha cadastrados, escolher a bike e apertar o botão metálico para a retirada. Na devolução, é necessário certificar-se de que a bicicleta foi colocada corretamente em um espaço que esteja livre: a luz verde irá acender, assim que for feito o encaixe correto.

FIGURA 4. Como retirar sua bicicleta



Fonte: Udibike. Disponível em: <<https://udibike.tem bici.com.br/>>.

As bicicletas podem ser retiradas e devolvidas em qualquer das quatro estações: 1 – Tecelagem (próximo ao Extra), 2 – Viaduto da João Naves com a Rondon (Shopping), 3 – Corpo de Bombeiros e 4 – entrada do Granja Marileusa. Do primeiro ponto (Tecelagem) até o segundo (Estação Shopping) são 2,9km de distância, depois para a estação 3 (Corpo de Bombeiros), mais 2,7 km, e na sequência até a entrada da Granja Marileusa, o maior trajeto, 3,4 km.

FIGURA 5. Mapa com as localizações das estações



Fonte: UDIBIKE. Disponível em: <<https://udibike.tembici.com.br/>>.

6.3. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS USUÁRIOS

A fim de obter resultados que satisfizessem a pesquisa, o questionário foi aplicado nos dias 10, 11 e 12 de julho – segunda, terça e quarta-feira, e 26 e 27 de agosto (sábado e domingo). O resultado obtido está na tabela 1, por meio da qual foi feita a leitura de dados deste trabalho.

TABELA 1. Questionário

| | | | | |
|---|------|--------------|-------|--------------------------|
| Sexo dos entrevistados | 50% | Feminino | 50% | Masculino |
| Idade dos entrevistados. | 37% | 14-20 anos | 25% | 21-30 anos |
| | 38% | 31-40 anos | | |
| Você utiliza a bicicleta para. | 100% | | Lazer | |
| Há quanto tempo você utiliza o Udibike? | 62% | Recentemente | 38% | Há mais de um ano |
| As distâncias entre as estações (bicicletários) atendem às suas necessidades? | 73% | Sim | 27% | Não |
| Você usa com qual frequência as bikes? | 27% | Semanalmente | 73% | Somente finais de semana |
| Você considera simples o método de retirada e devolução das bikes? | 95% | Sim | 5% | Não |
| O preço que você paga para o aluguel é acessível? | 62% | Sim | 38% | Não |

| | | | | |
|--|------|--------------|-----|------------------|
| As bikes estão sempre com equipamentos e manutenção em dia? | 37% | Sim | 63% | Não |
| Você já teve algum acidente ou algo mais grave relacionado ao uso da bike? | 100% | | Sim | |
| Como você classificaria sua satisfação do projeto de compartilhamento de bicicletas? | 12% | Insatisfeito | 12% | Regular |
| | 38% | Satisfeito | 38% | Muito Satisfeito |
| Com a implantação do sistema compartilhado de bikes você notou melhoria no trânsito local? | 39% | Sim | 61% | Não |
| Você trocou outro meio de transporte pela bicicleta? | 13% | Sim | 87% | Não |

Fonte: Arquivo pessoal

Numa pesquisa realizada pela CicloCidades, foi traçado o perfil do ciclista brasileiro,¹² a fim de mostrar qual predominância existe nesse modo de transporte. Nela notou-se uma dificuldade em entrevistar mulheres, no entanto, no resultado do questionário com os usuários do Udibike, apresentou-se um equilíbrio entre ambos os sexos. Esse fato está relacionado ao grande número de casais que fazem suas atividades juntos, assim, metade dos ciclistas do Udibike são mulheres.

O técnico de Campo, Márcio André da Mota, operador do sistema de bicicletas compartilhadas de Uberlândia, afirma que a maior parte dos usuários são de um público mais jovial. Ele ressalta também que menores de 14 anos são proibidos, além de cadeirinhas para carregar as crianças. Uma vez que cada usuário tem o seu seguro ao se cadastrar, cabe ao Tembici zelar por essas pessoas e não para terceiros que eventualmente são carregados.

Podemos perceber o grande número de adultos e jovens que fazem uso das bicicletas no final de semana. Muitas famílias procuram o Udibike como forma de lazer, no entanto, há um grande número de ciclistas com suas próprias bicicletas, já que foram encontradas bicicletas do Udibike em condições ruins de uso. Os acessórios que compõem uma boa segurança, como capacetes, joelheiras e cotoveleiras não são fornecidos pela empresa, uma vez que é difícil ter o controle sobre eles.

A fim de analisar quanto tempo a utilização do Udibike se adaptou a Uberlândia, o questionário perguntou há quanto tempo a população faz uso do projeto. A maior parte dos usuários utiliza recentemente ou há mais de um ano, e seu

¹² CICLOCIDADE. Pesquisa Perfil do ciclista – Relatório completo. São Paulo. Brasil: CicloCidade, 2015. Disponível em: <<https://www.ciclocidade.org.br/noticias/809-pesquisa-perfil-de-quem-usa-bicicleta-na-cidade-de-sao-paulo-relatorio-completo>>. Acesso em 5 de julho de 2017.

uso se dá principalmente nos finais de semana, com 100% dos entrevistados utilizando para lazer.

O método desenvolvido pela Tembici para retirada e devoluções é automatizado e realizado pela parte da frente das bicicletas, com o acoplamento e desacoplamento em um gancho que é liberado à escolha do usuário. As estações não são cobertas e não são as mais adequadas de acordo com o guia de bicicletários desenvolvido pelo Transporte Ativo, no entanto, todos os entrevistados garantem que é um sistema simples e fácil de usar.

Outra recomendação a ser seguida é a respeito das distâncias entre uma estação e outra. Um percurso razoável, em um trecho com pouco desnível, é de 5km, mas pode variar de acordo com as intempéries que surgem nos caminhos. O Udibike tem sua estação mais longe localizada na Granja Marileusa, e a distância percorrida é aceitável para maior parte dos entrevistados, mas alguns sugeriram que houvesse mais estações ao longo da avenida para atender bem às suas necessidades.

Para o uso adequado da bicicleta, além dos pontos de apoio, também é necessário que o usuário as encontre em boas condições, elas são leves, feitas de alumínio, e a qualidade em que se encontram fez com que 63% sugerissem mais frequência na manutenção delas. O técnico de campo Márcio André da Mota, no dia 26 de agosto, fez a manutenção em todo o sistema, no entanto, uma das estações (Estação 2 – corpo de bombeiro) ficou sem funcionamento. Ele afirma também que é necessário que as bicicletas que estiverem com problemas sejam sinalizadas, basta virar o selim¹³ para informar. O valor pago pelo aluguel das bicicletas é questionado pelos usuários, alguns deles acham o preço inacessível e sugerem a isenção do pagamento ou o valor de R\$ 1,00 para locação.

Desde sua inauguração, em 2016, até agosto de 2017, eram 12.680 pessoas cadastradas e 18.680 empréstimos realizados, e isso aumentou a frota de ciclistas. Foi questionado se esse aumento de pessoas pedalando interferiu de alguma forma positiva no trânsito local, e se alguém fez a mudança de meio de transporte. O resultado é que 39% conseguem ver melhorias no trânsito e 13% passaram a incorporar a bicicleta na sua locomoção.

Outra análise feita foi com pessoas que andavam pela tecelagem (local onde se encontra um dos bicicletários), as quais afirmaram não andar pelo fato de se sentirem incomodadas em fornecer o cartão de crédito para cadastramento. Estes ciclistas propuseram a venda de voucher de crédito para a retirada das bicicletas. Em maio de 2013, o Bikesampa começou a operar com o Bilhete Único (passe do transporte público), mas não foi retirado o cadastramento do cartão de crédito, pois é através dele que as empresas têm segurança quanto a aplicações das multas e furtos das bicicletas (ITDP, 2016).

¹³ O selim é o assento/banco da bicicleta.

7. CONCLUSÕES

O sistema de compartilhamento de bicicletas, por mais que tenha seu uso em maior parte para o lazer, incentiva, mesmo que indiretamente, o uso por aqueles que já possuem suas próprias bicicletas. O sistema, além de chamar a atenção do governo para as ciclovias e ciclofaixas, atrai novos usuários do meio de transporte.

Para implantar esse sistema de bicicletas compartilhadas em Patos de Minas, é necessário rever critérios de melhorias como criação e adequação de ciclofaixas; manutenção das bicicletas (esta pode ser feita através de uma empresa terceirizada, para garantir maior durabilidade); estações que devem ser cobertas (para evitar que as bicicletas fiquem expostas às intempéries); e extinção da obrigatoriedade do uso cartão de crédito, que pode ser substituído pelo mesmo sistema de compras de passagens de ônibus.

Está claro que a bicicleta é uma opção ou recurso para a melhoria do caos no trânsito, porém, é necessário que esse hábito seja incorporado pela população. Projetos como o UdiBike são somente o início do incentivo ao uso desse modal. É necessário muito mais do que implantar bicicletas, é preciso de um local seguro e adequado para circulação delas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Victor; RODRIGUES, Juciano; MARINO, Felipe; LOBO, Zé (org.). *Mobilidade por bicicleta no Brasil*. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ, 2016.

Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP). *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2013*, junho, 2015.

BIANCO, Sérgio Luiz. O papel da bicicleta para a mobilidade urbana e a inclusão social. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://fileserver.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2012/11/17/48259E90-F334-4EC2-B58F-09B05D47F9F6.pdf> Acesso: 2 de março de 2017.

BLUE, Elly. *Bike Nomics: como a bicicleta pode salvar a economia*. Rio de Janeiro: Babilonia Cultural Editorial, 2016.

BRASIL, Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *O que é Agenda 21*. Curitiba. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=25>. Acesso: 20 de julho de 2017.

BRASIL, IBGE. Censo demográfico: dados gerais, migração, instrução, fecundidade, mortalidade I Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - Rio de Janeiro: IBGE, 1982-1983. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/>>

periodicos/72/cd_1980_v1_t4_n16_mg.pdf>. Acesso em 01 de março de 2018.

BRASIL. LEI nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. 2012.

BRASIL. LEI nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. 1997.

BRASIL. LEI nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

BUEHLER, Ralph; PUCHER, John. Efeito pedalada. *PISEAGRAMA*, Belo Horizonte, número 7, pp. 60-71, 2015. Disponível em: <<http://piseagrama.org/bicicleta-irresistivel/>>. Acesso: 06/02/2017.

CADENA, Roberta Prosini. ANDRADE, Maurício Oliveira de. BRASILEIRO, Anísio. A Necessidade da regulação do aluguel de bicicletas como serviço público complementar ao transporte Urbano. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/xxviii/anpet/anais/documents/AC473.pdf>> Acesso: 26 de fevereiro de 2017.

CICLOCIDADE. Pesquisa Perfil do ciclista – Relatório completo. São Paulo. Brasil: Ciclocidade, 2015. Disponível em: <<https://www.ciclocidade.org.br/noticias/809-pesquisa-perfil-de-quem-usa-bicicleta-na-cidade-de-sao-paulo-relatorio-completo>>. Acesso em 05 de julho de 2017.

Confederação Nacional do Transporte (CNT). Municípios têm novo prazo para elaborar planos de mobilidade urbana. Prazo previsto na lei que criou a Política Nacional de Mobilidade Urbana esgotava-se em 2015; agora o limite é até 2019. 18 jan. 2018. Brasília-DF. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/municipios-tem-novo-prazo-elaborarem-planos-de-mobilidade-urbana>> Acesso em 25 set. 2018.

DUARTE, Fábio; LIBARDI, Rafaela; SÁNCHEZ, Karina. *Introdução à mobilidade urbana*. Curitiba: Juruá, 2007.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. *Planejamento ambiental para cidade sustentável*. 2 ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001.

FONTANALS, María López. Bicicletas na Holanda são fontes de propostas inteligentes. O aumento de 6,5% de usuários em 2014 deu lugar a novas propostas como a bicicleta inteligente e os trilhos sustentáveis. *Exame*, abril ed. 2015. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mundo/bicicletas-na-holanda-sao-fontes-de-propostas-inteligentes/>>. Acesso em: 22 set. 2018.

GEHL, Jan. *Cidade para pessoas*. 2ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP). *Guia de compartilhamento de bicicletas compartilhadas*. Rio de Janeiro, 2014.

Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP). *Sistemas de bicicletas compartilhadas em Belo Horizonte, Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo*, 2016.

LOPES, Julio; SANTOS, Cláudio; LOBO, José. *Bicicleta: a cara do rio*. Rio de Janeiro: Réptil, 2010.

MOBILIZE. Estrutura cicloviária em cidades do Brasil (km): Extensão de vias adequadas ao trânsito de bicicletas em cidades do Brasil. Disponível em: <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-cicloviaria-em-cidades-do-brasil-km.html>. Acesso: 02 de março de 2017.

PACHECO, Dirceu Deuclaciano. Por que não imitar? *A Debulha*. Patos de Minas, nº 118, 1985.

PINTO, Cleudiléa. *Ciclistas e o Código de Trânsito Brasileiro: Direitos e Deveres*. 2ed. Transporte ativo. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.detran.rj.gov.br/_imagens/educacao/folders/ctbicicleta.pdf> Acesso 02/03/2017.

PROGRAMA BRASILEIRO DE MOBILIDADE POR BICICLETA: BICICLETA BRASIL. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007.

SILVEIRA, Mariana Oliveira da. *O uso da bicicleta sob os fundamentos da teoria do comportamento planejado*. Recife, 2016. 230f. (Dissertação de Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

UDIBIKE. Disponível em: <<https://udibike.tembici.com.br/>> Acesso em: 03 de agosto de 2017.

UBERLÂNDIA. Decreto nº 16.051, de 29 de setembro de 2015. Altera os arts. 18 e 20 do anexo do decreto nº 15.873, de 24 de julho de 2015, que “aprova o regulamento do festival de música dos servidores públicos municipais de Uberlândia – Serv Music

e revoga os decretos nos 10.396, de 19 de setembro de 2006, 11.119, de 4 de abril de 2008, e 12.367, de 3 de agosto de 2010". Uberlândia: DOM Diário Oficial do Município.

SOARES, André Geraldo; GUTH, Daniel; AMARAL, João Paulo; MACIEL, Marcelo (org.). *A bicicleta no Brasil 2015*. 20 ed. São Paulo: Daniel Guth, 2015.

TEMBICI. Disponível em: <<https://tembici.com.br/>>. Acesso em: 25 de setembro de 2018.