

A problematização do manejo de águas pluviais em meio urbano e a solução por meio da implantação de paisagens multifuncionais

*The questioning of rainwater management in urban areas
and the solution through the implantation of multifunctional landscapes*

Ana Luiza Rocha de Souza

Graduanda do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: analuiza_souz@hotmail.com

Matheus Galvão Cardoso

Graduando do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: matheus-ssdo@hotmail.com

Abel da Silva Cruvinel

Professor orientador (UNIPAM). E-mail: abelsc@unipam.edu.br

Resumo: Frente aos grandes avanços tecnológicos que a sociedade está vivendo nos últimos anos, surgiram também inúmeros problemas, principalmente voltados à questão ambiental e de recursos naturais. Aqueles relacionados aos recursos hídricos são ainda os mais comuns e também preocupantes no histórico de diversas cidades e regiões espalhadas pelo país. O visível aumento de construções de todos os tipos nas cidades reduzem drasticamente as áreas permeáveis, o que reflete de maneira direta no aumento do escoamento superficial acarretando inúmeros problemas no período das chuvas. É importante e necessária a interferência humana na paisagem urbana para minimizar esse problema, e tem-se como exemplo a implantação de paisagens multifuncionais que, além de reter água das chuvas diminuindo o escoamento em grande volume em um curto espaço de tempo, pode ser utilizada também de maneira integrada à paisagem como equipamento urbano de lazer e recreação para moradores e usuários.

Palavras-chave: Escoamento. Paisagem multifuncional. Enchentes.

Abstract: Considering the great technological advances that society has been experiencing in recent years, there have also arisen numerous problems, mainly focused on the environmental and natural resources issue. Those related to water resources are still the most common and also the most worrisome in the history of various cities and regions scattered throughout the country. The visible increase of buildings of all kinds in the cities reduces drastically the permeable areas, which directly reflects in the increase of the surface runoff, causing numerous problems in the rainy season. It is important and necessary the human interference in the urban landscape to minimize this problem, and we have as an example the implantation of multifunctional landscapes, that besides retaining rainwater, by diminishing the large volume flow in a short time, can also be used in an integrated way to the landscape as urban leisure and recreation equipment for residents and users.

Keywords: Surface runoff. Multifunctional landscape. Floods.

1. Introdução

É inegável que o crescimento populacional e a mudança nos padrões de consumo alteraram o cenário e a realidade mundial. Como consequência disso surgiram diversos avanços tecnológicos, sobretudo nas grandes cidades. Não obstante, esses avanços trouxeram consigo problemas relacionados diretamente com a gestão de recursos naturais e degradação ambiental. Dentre tais problemas ocasionados, os que são associados aos recursos hídricos têm destaque, uma vez que a água é um bem essencial a todas as atividades desenvolvidas pela humanidade (FREITAS, 2008).

De acordo com Tucci (2008), quando ocorreu um acelerado desenvolvimento urbano, por volta da segunda metade do século XX, houve concentração da população em pequenos espaços, disputas por recursos naturais, principalmente solo e água, acarretando numa destruição de parte da biodiversidade do planeta. Ressalta-se que a relação homem/ambiente natural pode trazer efeitos prejudiciais a todos e em diversas proporções. Segundo o mesmo autor, os efeitos advindos do processo de urbanização se fazem sentir sobre diversos setores, sendo quem no que diz respeito aos recursos hídricos, eles afetam o abastecimento de água, o transporte, o tratamento de água e esgoto e a drenagem pluvial.

Freitas (2008) relata que a água em seu ciclo natural percorre um longo e diverso caminho: do topo de solos até grandes profundidades. Em contato com o solo é capaz de percolar e infiltrar, alimentando assim lençóis subterrâneos e aquíferos. No entanto, numa situação cada vez mais comum, que é das áreas urbanas repletas de edificações diversas, pavimentação, canalização e retificação de rios, o ciclo da água pode sofrer alterações, pois o caminho natural que antes servia como local para infiltração se encontra bastante reduzido. Com ausência de vegetação e trechos naturais, a água não encontra a opção de seguir sua trajetória e não se infiltra no solo. Tal fato reduz as taxas de infiltração e aumenta seu escoamento, que se torna capaz de causar enchentes com frequência.

Segundo Nascimento (2011), as enchentes nas áreas urbanas tornaram-se um problema crônico e vêm se agravando ao longo dos anos, principalmente pela falta de planejamento apropriado dos sistemas de drenagem, associados à inadequação de projetos de engenharia à realidade e necessidade das cidades brasileiras.

Tucci (2005) ainda defende que para minimizar de forma satisfatória o problema das enchentes, o necessário é uma ação conjunta e integrada que englobe um melhor planejamento urbano, bem como um incentivo para que haja aumento de áreas de infiltração para a água e medidas que aumentem a eficiência da drenagem.

Para Rezende (2010), um conceito novo capaz de atuar juntamente com as outras medidas, evitando que mais água seja descarregada no sistema de drenagem, é a paisagem multifuncional, capaz de promover uma integração entre um projeto urbanístico e um projeto de engenharia, muitas vezes revitalizando um ambiente antes considerado degradado, dando a possibilidade de um novo uso para determinado local, tudo isso contribuindo para o benefício da população e de todo o meio ambiente. Sousa (2011) também destaca que tal implantação, além de atender a pontos fundamentais de sustentabilidade, como o econômico, o ambiental e o social, é uma obra de urbanismo que prevê mais de um uso para o mesmo local, sendo capaz de armazenar água da chuva e

melhorar a infiltração. É ainda capaz de garantir o uso racional do solo urbano, proporcionar valorização imobiliária para seu entorno, aumentar a qualidade de vida na cidade, criando um ambiente mais saudável.

Tendo em vista a problemática das enchentes e suas consequências danosas ao meio antrópico e ao meio ambiente na cidade de Patos de Minas, as quais ocorrem com frequência no período das chuvas e trazem na maioria das vezes perdas materiais para os moradores, além de transtornos relacionados às vias de rodagem da cidade, viu-se a necessidade de realizar este trabalho de estudo de caso da Paisagem Urbana para entender como se deu a ocupação do solo e como ele vem sendo usado, para assim propor a implantação de paisagens multifuncionais.

O uso da paisagem multifuncional é extremamente benéfico quando inserido no ambiente de uma cidade, justamente por ser capaz de promover a integração de conceitos urbanísticos relacionados à qualidade de vida da população com medidas de engenharia para minimizar um problema sério como o caso das enchentes, sendo capaz de contribuir significativamente para reter a água nos períodos de chuva diminuindo o *runoff*, e também para servir como local capaz de promover lazer e descanso aos usuários.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a paisagem urbana e sua influência no *runoff* da microbacia do córrego Canavial, tendo como fulcro a melhoria na retenção das águas nos solos urbanos desta microbacia. Os objetivos específicos foram realizar um diagnóstico da paisagem urbana de microbacia do córrego do Canavial, caracterizar os aspectos físicos da mesma, bem como propor metodologias de redução e retenção do escoamento superficial, tendo como base o conceito de paisagem multifuncional.

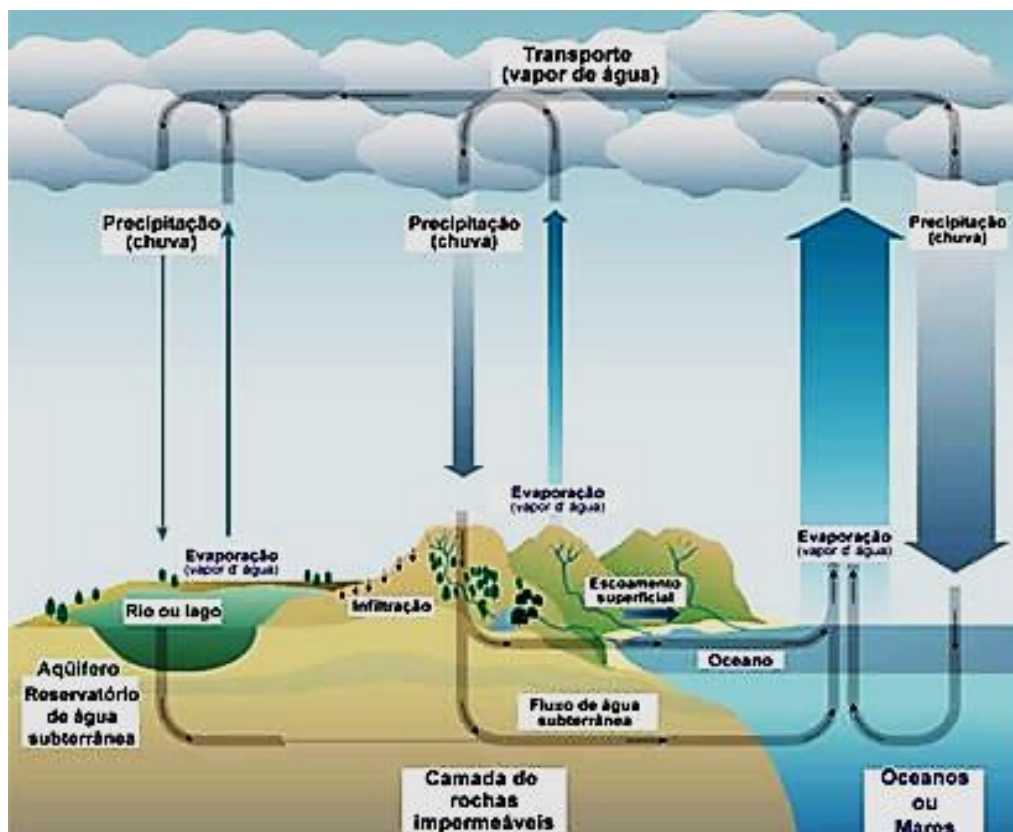
2. Referencial teórico

2.1. O ciclo hidrológico

Segundo Pires (2014), o ciclo hidrológico pode ser descrito partindo-se do fenômeno de evaporação de parcela da água presente na superfície, devido à energia solar que aquece o solo e as águas. A água, agora em estado gasoso, é levada para a atmosfera pelas massas de ar, e lá as partículas se condensam e, pela ação da gravidade, são devolvidas na forma de chuva. Parte da água em forma de chuva fica retida em plantas e vegetais, a parte que cai no solo irá infiltrar-se, e a que não se infiltra é escoada superficialmente até atingir um curso. O mesmo autor ressalta que algumas características particulares de cada local, como a cobertura vegetal, a altitude, a topografia, a porosidade e o tipo de solo determinam e influenciam diretamente a taxa de infiltração.

Em sequência ao ciclo ocorre o processo de evapotranspiração, que pode ser dividido em dois: evaporação, que constitui na transformação da água líquida de rios, mares e reservatórios para estado gasoso; e a transpiração, por meio da qual a água presente nos vegetais também é levada para a atmosfera. O ciclo então se reinicia (PIRES, 2014).

Figura 1. Esquema do Ciclo Hidrológico



Fonte: Rede ametista, 2008.

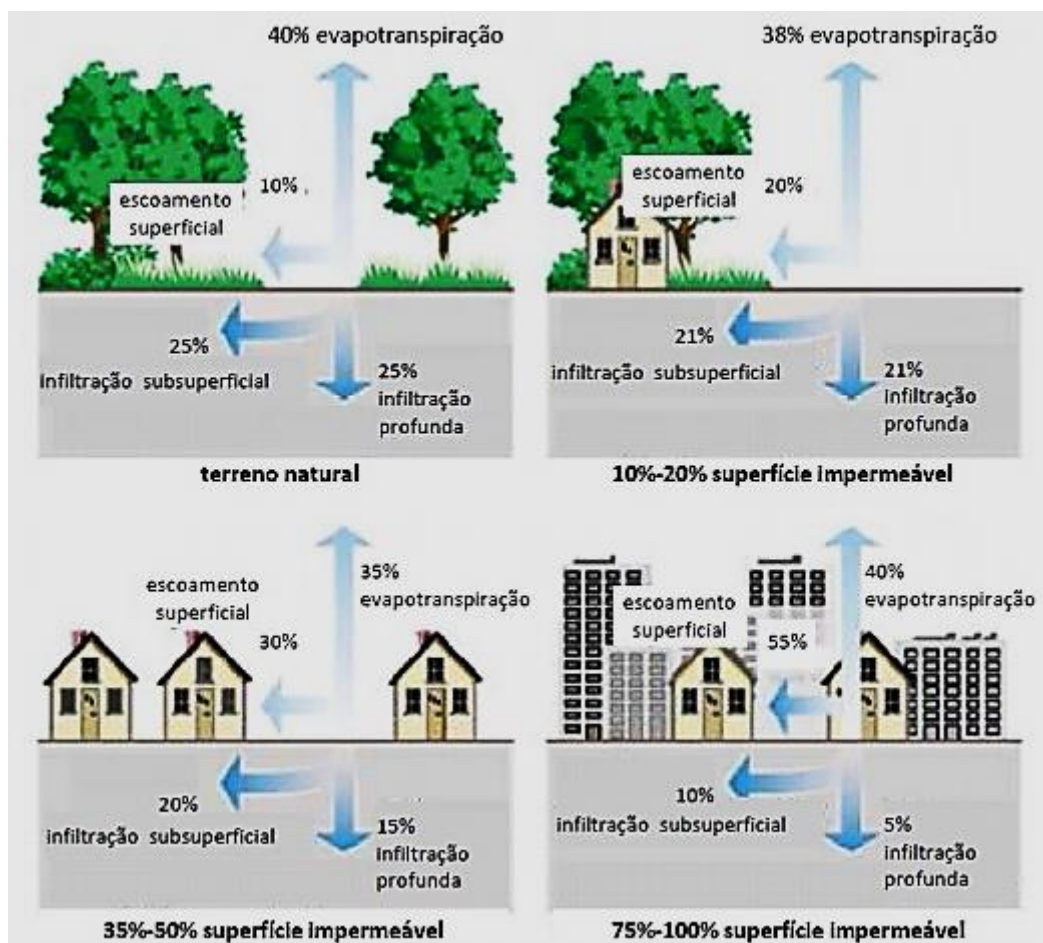
De acordo com Silveira (2012), o ciclo hidrológico é considerado fechado em nível global, porém os volumes que evaporam em determinado local não se precipitam necessariamente no mesmo. Existem ainda fatores que contribuem para que haja variabilidade no ciclo hidrológico pelo ciclo terrestre, dentre eles se destacam a não uniformidade da energia solar ao atingir a superfície do globo, o diferente comportamento térmico dos continentes em relação aos oceanos, a quantidade de vapor de água, a variabilidade espacial de solos e as coberturas vegetais.

Freire (2011) lembra que o ciclo hidrológico é constituído por diferentes processos físicos, químicos e biológicos. Quando de alguma maneira o homem se concentra no espaço e entra nesse sistema, ocorrem grandes alterações que modificam de forma drástica esse ciclo. Essa intervenção traz prejuízos diretos para si próprio, mas também para a natureza. Algumas ações do homem, como o aumento dos índices de poluição ambiental e os intensos processos de urbanização em determinadas regiões, influenciam diretamente o ciclo hidrológico que conseqüentemente refletem tais alterações nas bacias hidrográficas.

As superfícies que antes eram de cobertura natural, pela ação do homem, são substituídas por pavimentos, edifícios e telhados que não permitem mais a infiltração de água no solo (TUCCI, 2007). A água, que agora tem cada vez mais seu caminho natural alterado, não se infiltrando, passa a escoar pela superfície urbana, e quando acumulada,

é capaz de provocar inundações e outros problemas que afetam muito a vida do homem e as cidades como um todo.

Figura 2. Diferentes fases de urbanização e alterações causadas no Ciclo Hidrológico



Fonte: Rezende, 2012.

2.2. Definição e caracterização de uma bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é delimitada pelo divisor de águas, pela linha que une pontos de cotas mais elevadas, fazendo com que a água, ao precipitar-se e atingir a superfície do solo, seja destinada no sentido de córregos e rios. Assim, cada ponto da superfície terrestre faz parte de uma determinada bacia hidrográfica (VALENTE, 2011).

Tucci (2012) define que a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico, em que a entrada é a água precipitada e sua saída é o que escoar pelo exutório. Apresenta também perdas intermediárias quando, durante o ciclo hidrológico, ocorre evaporação, transpiração e infiltração. Portanto, considera-se que o papel principal da

bacia é o de transformar um volume de entrada (precipitação) concentrado-se num período de tempo em uma saída (escoamento) em um intervalo de tempo mais distribuído.

A bacia hidrográfica, segundo Garcez (2011), está intimamente relacionada com os mais diversos tipos de problemas ligados à hidrologia, isso porque algumas características topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e térmicas, além da cobertura da bacia, são responsáveis e capazes de influenciar seu comportamento hidrológico. Além de receber influências diretas de suas características naturais, a acentuada ocupação do planeta pelo homem em busca de exploração de recursos acaba alterando a cobertura do solo, fazendo com que a bacia se modifique, podendo assim até perder sua função principal.

É de grande valia conhecer as características físicas de uma bacia perante sua ocupação, uma vez que estas estão ligadas ao comportamento hidrológico dessa área de drenagem. A relevância de compreender tais atributos, além de compreender seu funcionamento, se deve ao fato de tornar-se possível aplicar medidas que visam garantir maior harmonia entre sociedade e meio ambiente.

Não só características físicas, mas a ocupação interfere no comportamento hidrológico daquelas que são delimitadas por um divisor topográfico. Isso porque, com o aumento da urbanização, há uma amplificação das áreas impermeáveis, uma redução do tempo de concentração e um aumento das vazões máximas, o que confere maior propensão à ocorrência de inundações (TUCCI, 2007).

No que diz respeito à ocupação de bacias pela população, ela pode gerar impactos em dois diferentes âmbitos: do meio sobre a população, através das enchentes por exemplo, e do homem sobre a bacia, com relação à preservação ambiental (TUCCI, 2012).

Dentre as características de uma bacia, está a sua área, e Tucci (2012) a define como sua área projetada verticalmente. Para obtê-la, existem formas distintas, como, por exemplo, por cálculos matemáticos de mapas eletrônicos através do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Outra maneira de definir essa área é quando se tem os contornos da bacia já definidos, então ela pode ser obtida por planimetragem direta de mapas que já incorporam a projeção vertical. Tal característica de uma bacia é fundamental, pois por meio dela é possível definir sua potencialidade hídrica, já que seu valor, quando multiplicado pela lâmina de chuva precipitada, define o volume de água que a bacia recebeu.

Carvalho e Silva (2006) explica que existem diversos índices para definir outra característica da bacia, que é a sua forma. Normalmente procura-se relacionar esses índices com formas geométricas conhecidas. No caso do coeficiente de compacidade (Kc), ele relaciona o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área da bacia por meio da equação $Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$. O índice Kc é sempre um valor maior que 1 (igual a um significa um círculo perfeito, o que não existe na prática). Quanto menor ele for, mais circular é a bacia e maior a tendência de haver picos de enchente.

Já o fator Kf é razão da largura média da bacia e comprimento do eixo da bacia. É dado pela equação $Kf = \frac{A}{L^2}$. Quanto menor for kf , mais comprida é a bacia, e por isso, menos sujeita a picos de enchente.

Viel e Matos (1975) ressaltam que, quando as bacias possuem uma configuração alongada, existe menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simul-

taneamente toda a sua extensão. Desse modo, há menor tendência de ocorrer inundações. Já quando elas tendem a ser circulares, a probabilidade de ocorrer picos de enchente é maior.

Lima (s. d.) destaca que Horton definiu densidade de drenagem como a razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia. Esse índice dado por $DD = \frac{L}{A}$ está relacionado como tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. A densidade de drenagem é um fator dependente do clima e também das características físicas de uma bacia.

2.3. Efeitos da urbanização no uso e ocupação do solo

Tucci (2007), relata que antigamente, com grande precariedade dos meios de transporte, os rios eram considerados as principais vias, e por isso, as cidades se desenvolveram ao seu redor. A população procurava habitar as partes altas, onde o rio dificilmente chegaria. Porém, na segunda metade do século XX, as cidades começaram a crescer de forma desordenada e acelerada. As regiões até então consideradas de risco foram ocupadas, e mais tarde, as consequências foram prejuízos humanos e materiais.

O mesmo autor (2007) destaca que o desenvolvimento urbano, seja ele em qualquer proporção, altera o sistema natural e produz efeitos sobre os ecossistemas, inclusive o aquático. Entre as diversas consequências, tem-se alteração do clima, erosão do solo, alteração no balanço hídrico e na qualidade da água, e aumento de áreas de risco.

Com maiores áreas urbanas habitadas, o escoamento das águas também é acelerado devido à alta taxa de impermeabilização do solo.

2.4. Inundações e medidas preventivas/corretivas

O escoamento pluvial, dependendo de sua intensidade, pode provocar em áreas urbanas além de diversos impactos, inundações de dois tipos (TUCCI, 2007):

- Inundações de áreas ribeirinhas: é um processo natural que ocorre devido à variação da precipitação e também do escoamento em determinada bacia.
- Inundações devido ao processo de urbanização: em consequência da urbanização, esse tipo de inundação está relacionado à impermeabilização do solo, à canalização ou à obstrução no escoamento.

Independentemente do tipo, as inundações causam na maioria das vezes perdas e prejuízos materiais e até mesmo humanos, além de alterar as atividades econômicas da região afetada. Em casos específicos, pode ocorrer contaminação da água por elementos tóxicos e também a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Diante da problemática das inundações, existem diversas medidas que podem ser tomadas. Canholi (2014) ressalta que as medidas para a minimização de danos e impactos causados por enchentes são classificadas de acordo com sua natureza. As medidas estruturais modificam o sistema fluvial para prevenir ou corrigir um problema advindo das inundações de modo a reter e evitar o extravasamento do escoamento por meio de obras.

Para o mesmo autor, as medidas estruturais podem ser consideradas *intensivas*,

quando aceleram o escoamento, retardam o fluxo, ou quando há desvio do escoamento, além de casos em que há introdução de ações que visem tornar as edificações à prova de enchentes; ou como *extensivas*, quando houver ao longo da bacia recomposição da cobertura vegetal, controle de erosão do solo e armazenamentos disseminados na bacia. Tucci (2007) define que as medidas extensivas que agem na bacia, sejam elas quais forem, normalmente trabalham em cima de modificar as relações entre precipitação e vazão para assim reduzir e retardar os picos de enchentes.

Segundo Tucci (2007), as medidas estruturais causam uma falsa sensação de segurança, e com isso, induzem o aumento da ocupação de áreas consideradas inundáveis. Como complemento para essas, existem as medidas não estruturais, que também são capazes de minimizar significativamente a longo prazo e com custo financeiro reduzido a problemática das inundações.

As ações classificadas como não estruturais geralmente têm por princípio disciplinar e regulamentar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas (CANHOLI, 2014). As mais adotadas se relacionam com a delimitação de áreas de risco, tanto para estabelecimento de um zoneamento diferenciado como para desapropriação de determinadas áreas, se necessário. Os sistemas de previsão de alertas também são vantajosos, uma vez que são capazes de evitar grandes perdas.

Outra medida considerada benéfica pelo mesmo autor são as ações que regulamentam o uso e a ocupação do solo, visando com isso diminuir a ampliação de deflúvios, advindos da alta taxa de impermeabilização da bacia de drenagem e da ocupação de áreas ribeirinhas, que juntas somam um aumento considerável do escoamento.

Canholi (2014) enfatiza que mesmo existindo inúmeras medidas que possam ser adotadas em casos de inundações, para que exista um planejamento consciente de ações de melhoria e controle dos sistemas de drenagem urbana, é necessário que ocorra um balanço harmonioso entre as medidas estruturais e não estruturais, além, é claro, de uma combinação adequada de recursos humanos e naturais.

2.5. Paisagens multifuncionais

De acordo com Naveh (2001), uma das premissas para a concepção holística de paisagens multifuncionais é que representam uma complexa interação entre natureza-cultura. Assim, podemos considerar diversos tipos de funcionalidades agrupadas por categorias, bem como diferentes escalas, pois o próprio conceito está intrinsecamente ligado ao uso e à cobertura do solo, sendo a base de conjuntos de cenários paisagísticos que congregam vários interesses simultaneamente, inter-relacionados à multifuncionalidade espacial e integrada, em conformidade com as demandas dos diversificados segmentos da sociedade.

Uma paisagem multifuncional é uma obra de urbanismo que, como o próprio nome já diz, prevê mais de um uso para o mesmo local. Dentre as possibilidades estão prática de atividades esportivas, paisagismo, lazer, recreação infantil, etc. A drenagem urbana agrega a esses usos o controle de inundações, através de diversos dispositivos que visam reservar a água da chuva e melhorar a infiltração (SOUZA, 2011).

Em linhas gerais, seria a intervenção por meio de espaços físicos, com a criação de áreas que possibilitem a interação e o lazer da população, bem a retenção de uma

grande quantidade das águas da chuva em momentos chuvosos.

Segundo Souza (2011) a utilização de paisagens multifuncionais para o controle de inundações garante o uso racional do solo urbano, propiciando a valorização imobiliária para o seu entorno, além disso, propicia a qualidade de vida na cidade e cria um ambiente mais saudável, atingindo os três pontos fundamentais da sustentabilidade: econômico, social e ambiental.

3. Metodologia

O presente trabalho consistiu em um estudo da paisagem urbana com foco na microbacia de drenagem do córrego do Canavial, no município de Patos de Minas – MG, onde a meta é contribuir para o planejamento do espaço, de modo a preservar o meio ambiente e seguir a regulamentação de uso e ocupação do solo.

De início foi feita a conceituação da microbacia do córrego do Canavial, a fim de conhecê-la melhor, bem como sua influência na drenagem urbana e sua contribuição para enchentes que ocorrem na cidade de Patos de Minas.

Como o conceito de paisagem urbana abre espaço para estudos e intervenções na arquitetura e urbanismo, engenharia e meio ambiente, foi tomado como base o Plano Diretor vigente na cidade para saber sobre as taxas e exigências referentes ao uso e ocupação do solo e sobre a taxa de permeabilidade necessária para cada zoneamento e se estas são respeitadas e cumpridas, para saber o real impacto do uso e ocupação do solo em tempos de constante desenvolvimento e urbanização na ocorrência de enchentes nos pontos críticos da cidade.

Posteriormente foi levantado o uso das edificações – se eram exclusivamente residenciais ou de uso misto – bem como a taxa de permeabilidade existente nelas. Além disso, de posse da bacia delimitada, foram identificados os espaços livres, como lotes vagos, existentes nela, os quais poderiam ser utilizados para a implantação de uma paisagem multifuncional.

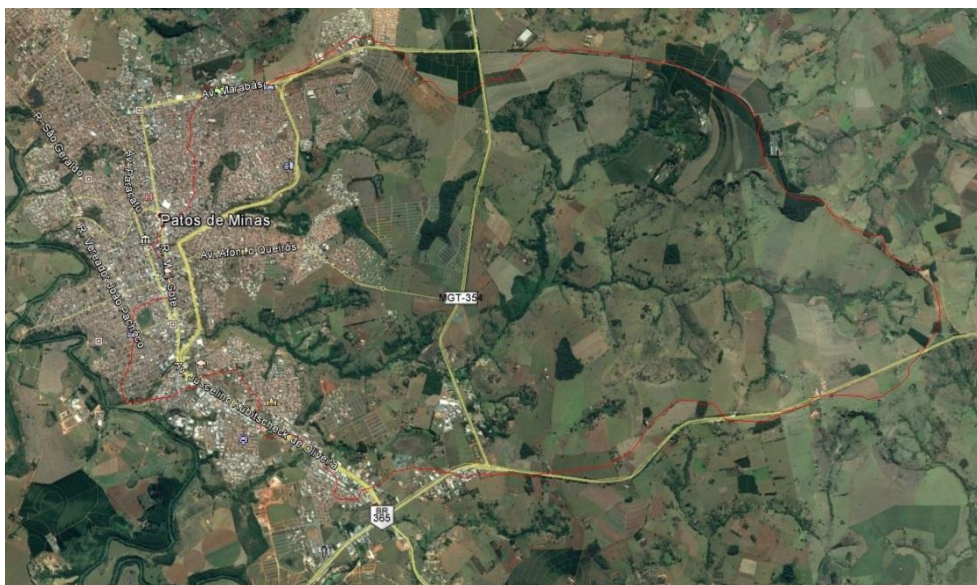
Por fim, após a análise detalhada do setor urbano da microbacia em estudo, foi proposto um modelo de paisagem multifuncional integrado a um espaço público, a fim de reter as águas das chuvas para diminuição do *runoff* quando necessário, de forma que esta medida seja também capaz de proporcionar um ambiente de lazer e descanso para a população do seu entorno, integrando assim suas duas funções em benefício direto da população que sofre com o problema do escoamento das águas no período de cheia.

4. Resultados e discussão

A bacia em estudo foi delimitada como mostra a figura 3, e por meio, dela foi possível ver que, além de extensa, ela abrange grande parte da cidade com características diversas, desde áreas consideradas centrais com empreendimentos voltados para o comércio (Avenida Major Gote), até regiões consideradas de uso residencial (parte da Avenida Afonso Queiroz). A bacia ainda permite visualizar que as rápidas modificações do meio urbano, devido ao crescimento da cidade nos últimos anos, foram responsáveis por

um aumento considerável de impermeabilização do solo, o que acaba causando alterações no ciclo hidrológico e no caminho natural da água, que seria em sua maior parte infiltrar no solo e não se acumular gerando volume de escoamento.

Figura 3. Delimitação da área em estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Por meio de pesquisas junto à prefeitura de Patos de Minas, foi possível ter acesso à Lei Complementar de revisão ao Plano Diretor, que traz como seus principais objetivos o desenvolvimento do local oferecendo condições de moradia digna, a elaboração de melhorias urbanísticas, além da regulamentação e regularização da ocupação de terrenos na cidade.

O município estabelece ainda parâmetros urbanísticos a serem seguidos durante a ocupação dos lotes e construção de edificações de acordo com a zona de localização do terreno, conforme figura 3. Traz uma consideração inclusive a respeito da taxa de permeabilidade mínima que pode ser definida como a relação percentual entre a parte permeável, que permite infiltração de água no solo, livre de qualquer edificação, e a área do lote. Tal loteamento em questão, que fica na ZA-2, tem limite máximo de ocupação de 70%.

Quadro 1. Parâmetros urbanísticos

MACROZONAS	ÁREA MÍNIMA (m ²)	OPÇÃO MÁXIMA (%)	COEFICIENTE	PERM. MÍNIMA (%)
ZAP	360	70	3	10
ZA	200	70	1,5	20

Fonte: Prefeitura de Patos de Minas, 2017

Após visitas aos locais, foi possível perceber que a bacia em estudo, por ser uma região extensa da cidade que se estende a vários bairros, engloba zonas de adensamento diferentes, portanto com exigências e taxas também distintas. Dentro da bacia, as partes edificadas variam desde áreas centrais com predominância de edificações comerciais e verticais, até áreas destinadas a ocupação familiar em um único pavimento tipo.

Pôde ser constatado também, durante a visita a locais compreendidos dentro da bacia em questão, que a cidade de Patos de Minas possui um problema antigo persistente até os dias atuais, que é a não obediência aos parâmetros urbanísticos, principalmente à taxa de permeabilidade mínima. Foi comum encontrar edificações sem nenhum local para infiltração de água no solo. Até hoje, além da falta de consciência de sua importância, existe uma resistência da população em questão à taxa de permeabilidade, sendo que muitos moradores da cidade não têm conhecimento sobre ela, ou simplesmente não a consideram relevante.

A ausência de áreas permeáveis tem potencializado os problemas com inundações, costumeiros em períodos chuvosos. As figuras 5 e 6 mostram regiões críticas da cidade quando há uma maior intensidade de chuvas.

Figura 4. Alagamento na Avenida Fátima Porto



Fonte: Patos 1, 2013.

Figura 5. Área afetada após chuva em Patos de Minas



Fonte: Patos 1, 2013.

A região mostrada das fotos 5 e 6 é da região próxima a Avenida Fátima Porto, onde existe uma canalização a céu aberto fazendo com que problemas com escoamento superficial sejam corriqueiros nos períodos chuvosos.

Após análise de terrenos compreendidos dentro da bacia em estudo, escolheu-se um deles, delimitado na cor azul, conforme mostra figura 7 para que fosse implantado um modelo de paisagem multifuncional.

Figura 6. Lote escolhido para implantação de paisagem multifuncional



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Nesse local delimitado, a sugestão é que a prefeitura implante no local uma paisagem multifuncional para retenção de água no período das chuvas, diminuindo o escoamento intenso de forma que essa água retida seja liberada de forma gradual. O mesmo espaço nos períodos de estiagem teria outra função para a população: serviria de espaço de lazer e recreação, prática de esportes e convívio social, como mostra as figuras 8 e 9.

Figura 7. Exemplo de paisagem multifuncional



Fonte: Portal Aquaflexus, 2016.

Figura 8. Paisagem multifuncional com área destina a lazer



Fonte: Portal Aquaflexus, 2016.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, foi possível perceber que grande parte das edificações compreendidas na bacia em estudo, que fica na ZA-2, necessária para a área de 20% do terreno, não respeitam o mínimo exigido para taxa de permeabilidade. Isso faz com que, nos períodos de chuva, a água não tenha locais livres suficientes para infiltrar, provocando um aumento significativo do volume a ser escoado. Tal fato também é comum nos diversos zoneamentos da cidade. Por fim, escolheu-se dentro da bacia em estudo uma área que apresenta condições possíveis para implantação de paisagem multifuncional, que tenha ao mesmo tempo função de reter água da chuva diminuindo o volume de escoamento, mas que tenha um espaço integrado que possibilite aos moradores uma opção de lazer e descanso. Para futuros trabalhos, existe a necessidade de levantar a viabilidade econômica através da concepção de um projeto de tal empreendimento que sozinho não é capaz de resolver o problema das enchentes na cidade de Patos de Minas, mas que já minimizaria bastante tal fenômeno, como é o caso de várias cidades e regiões que já possuem essas instalações. Além de tudo, poderia servir como opção de lazer para uma região que carece de tais recursos.

Referências

CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. *Bacia hidrográfica*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. 32 p. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. *Hidrologia*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

LIMA, W. P. *Análise física da bacia hidrográfica*. São Paulo, 2016, 69 p. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula_1/Caracteristicas%20fisicas%20da%20bacia_foto%20piracicamirim.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2016.

JÚNIOR, L. O. S.; CAETANO, L. C. *Ciclo hidrológico*. Portal Canal Escola: rede ametista, 2008. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Ciclo-Hidrologico-1376.html>>. Acesso em: 15 fev. 2016

NASCIMENTO, S. A. J. *Manejo de águas pluviais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 32 p. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap10.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

NAVEH, Z. "Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes

Landscape and Urban Planning”, *Landscape and Urban Planning*, n. 57(3-4):269-284, 2001.

PIRES, I. A. *A água e o Ciclo Hidrológico*. Curitiba: PUC Paraná, 2014. 12 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/3508478/a-agua-e-o-ciclo-hidrologico>> Acesso em : 08 de fev 2016.

PORTAL PATOS 1. Temporal em Patos de Minas deixa Avenida Fátima Porto debaixo d’água e assusta motoristas. *Site Portal Patos 1*, 2016. Disponível em: <<http://www.patos1.com.br/noticias/?n=NbIGp0z1eT.>> Acesso em: 20 fev. 2016.

PREITURA DE PATOS DE MINAS. *Lei complementar nº 271, de 1º de novembro de 2006*. Site da Prefeitura de Patos de Minas, 2016. Disponível em: <<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/planodiretor/Leic271.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

REZENDE, O. M. *Manejo de Águas Pluviais*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. 104 p. Disponível em <http://www.peu.poli.ufrj.br/arquivos/Monografias/Oswaldo_Moura_Rezende.pdf>. Acesso em: 09 de fev. 2016.

SILVEIRA, A. L. *Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica*. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2012.

SOUSA, M. M. *Paisagens multifuncionais*. Portal Aquafluxus, 2011. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br/paisagens-multifuncionais/>> Acesso em: 19 jan. 2016.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2012.

Dossiê da Água: Águas Urbanas. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007>. Acesso em 16 de jan. 2016.

INUNDAÇÕES Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

INUNDAÇÕES Urbanas. São Paulo, USP, 2005.15 p. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem1.PDF>. Acesso em: 19 jan. 2016.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. *Conservação de Nascentes*. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VIOLA, H. *Gestão de Águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da Cidade do Samba*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 398 p. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/heitorv.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2016.