

# Novas rotas mecanísticas para a gestão de resíduos químicos no UNIPAM

*New mechanistic pathways for the management of chemical residues at UNIPAM*

*Pedro Henrique Vieira*

Graduando em Engenharia Química pelo UNIPAM. e-mail: [php\\_patos@hotmail.com](mailto:php_patos@hotmail.com)

*Valdir Peres*

Professor titular do UNIPAM. [valdir@unipam.edu.br](mailto:valdir@unipam.edu.br)

---

**Resumo:** O UNIPAM desenvolve, desde 2005, por meio do seu programa de Química Verde, o manejo de resíduos químicos gerados em seus laboratórios de ensino e pesquisa. O principal objetivo desta ação é o de evitar o seu descarte inadequado e estudar rotas alternativas para a gestão dos novos ativos gerados, adequando-os aos 5 Rs da Agenda 21 (Reduzir, Recuperar, Reutilizar, Reaproveitar e Reprojetar), ratificados na Rio + 20 e obedecendo os dispositivos legais reguladores do CONAMA. O presente trabalho possibilitou o tratamento de resíduos gerados nos laboratórios dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Produção, Engenharia Química e de Farmácia do UNIPAM, com o estabelecimento de rotas mecanísticas inovadoras e com aplicação em plantas instaladas mediante o dimensionamento adequado. Os resultados obtidos permitiram disponibilizar reagentes purificados para reutilização e reaproveitamento em outros laboratórios da instituição em suas práticas diárias. Além disso, foram recuperados diversos insumos e reprojetoado um roteiro de aula prática para diminuir seu custo.

**Palavras-chave:** Química verde; gestão de resíduos químicos; mecanismos de reações.

**Abstract:** Unipam has developed, since 2005, through its Green Chemistry program, the management of chemical waste generated in their research and teaching laboratories. The main purpose of this action is to prevent its inappropriate disposal and study alternative routes for the management of new assets generated, adapting them to the 5Rs of Agenda 21 (Reduce, Recover, Reuse, Recycle and Redesign), ratified in the Rio + 20 and obeying the legal proceedings regulated by CONAMA. This research enabled the treatment of the waste generated in the laboratories from the courses of Environmental Engineering, Industrial Engineering, Chemical Engineering and Pharmacy at UNIPAM, with the establishment of innovative mechanistic pathways and with the use of plants installed observing the proper sizing. The results permitted that purified reagents became available for recycling and reuse in other laboratories at the institution for their daily practices. In addition to this, several inputs were recovered and a guide for the practical class was redesigned in order to reduce its costs.

**Keywords:** green chemistry; chemical residues management; mechanistic reactions pathways.

---

## 1. Introdução

Nas universidades, a preocupação com os destinos de resíduos químicos dos laboratórios de ensino e pesquisa tem gerado rotas para o seu manejo e o seu descarte final, revertendo a cultura ainda existente em alguns laboratórios de descartá-los inadequadamente nas pias. No UNIPAM esta gestão teve início com o projeto Química Verde, em 2005, o que permitiu desde então, a disseminação da importância da sustentabilidade no *campus* em relação aos resíduos gerados em vinte dos seus laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviços.

Os resíduos gerados nos laboratórios constituem-se de grande diversidade de substâncias químicas orgânicas, inorgânicas e desconhecidas. Elas são provenientes de atividades experimentais dos alunos dos cursos da Instituição em suas aulas práticas semanais e nos laboratórios de pesquisa dos diversos Blocos.

No ano de 2012, foi aprovado pelo XIII PIBIC o projeto “Novas Rotas Mecanísticas para a Gestão de Resíduos Químicos no UNIPAM”, cujo objetivo era dar continuidade ao trabalho de inovação relacionado com a Química Verde. Constatou-se a necessidade de uma atualização do referido projeto, principalmente em virtude do grande aumento do número de laboratórios e diferenciados resíduos em relação aos que existiam na época da implantação do Projeto original.

Foram tratados resíduos gerados em aulas práticas ministradas para os cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Produção, Engenharia Química e de Farmácia do UNIPAM, mediante o estabelecimento de novas rotas mecanísticas a partir daquelas estabelecidas por Peres e Piau (2005) e por Cardoso, Almeida e Peres (2007) com resultados satisfatórios (Figura 1). Foram também tratados diversos resíduos gerados em aulas práticas de química geral e experimental, com procedimentos análogos ao apresentado na Figura 2.

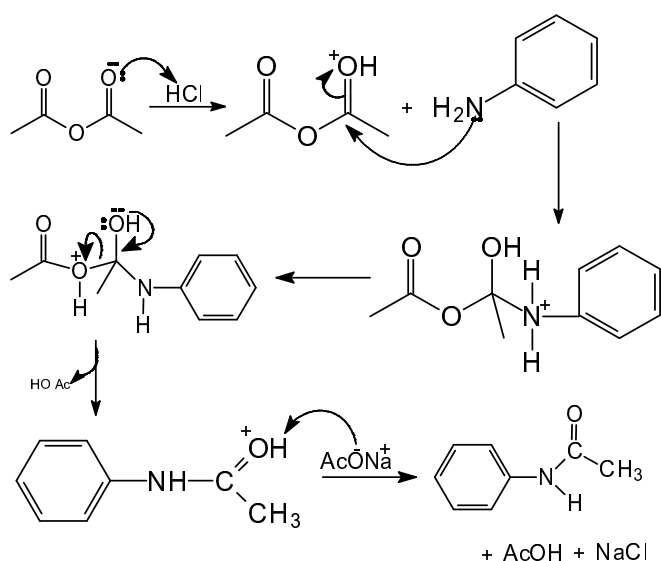


Figura 1. Mecanismo para a gestão do resíduo gerado na aula prática “Técnicas de separação e purificação de substâncias com solventes – Recristalização” (PERES e PIAU, 2005)

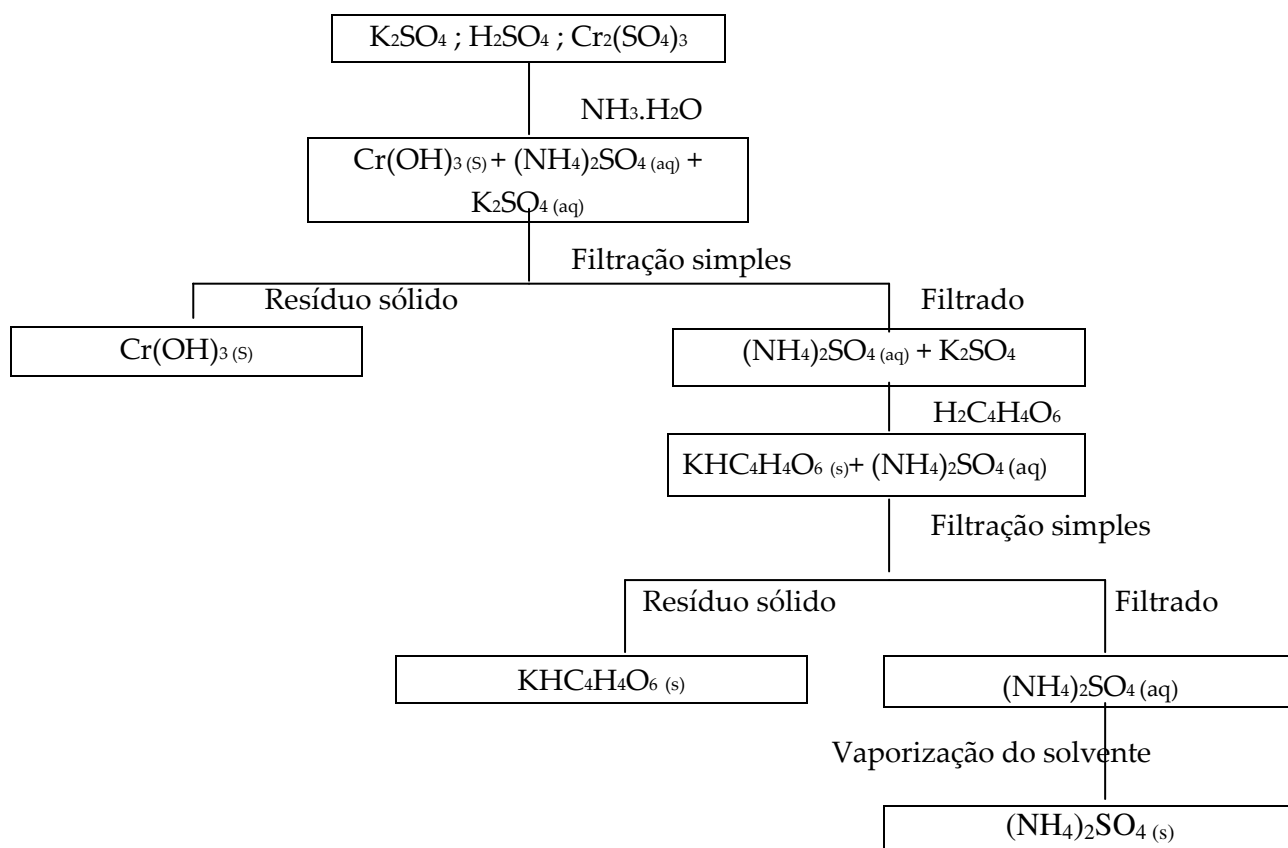


Figura 2. Fluxograma para tratamento de resíduo gerado em aula prática de química geral e experimental

## 2. Metodologia

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Química Analítica, do Bloco M do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Foram trabalhados trinta e três litros de resíduos das aulas práticas identificadas como “Técnicas de separação e purificação de substâncias com solventes”, “Recristalização”, “Fluxogramas Químicos I”, “Fluxogramas Químicos II”, “Preparação da Dibenzalacetona” e “Reações de aminas com anidrido de ácido”. A aula prática denominada “Fluxogramas Químicos I”, na realidade, consistiu na síntese do sulfato de ferro (II) heptaidratado, com o objetivo de introduzir o conceito de fluxograma químico. Com o objetivo de consolidar este conceito foi ministrada a aula prática “Fluxogramas Químicos II” que, na realidade, foi a síntese do sulfato de cobre (II) pentaidratado. A aula denominada “Reações de aminas com anidrido de ácido” foi praticamente uma repetição da síntese da acetanilida, estudada por Peres e Piau (2005).

### 2.1. Gestão dos resíduos das aulas práticas sobre “técnicas de separação e purificação de substâncias com solventes” e “recristalização”

Dos dois procedimentos, foram recolhidos e estocados oito litros de resíduos, sendo três de aspecto monofásico e incolor e cinco dotados de coloração roxa e constitu-

idos teoricamente por acetanilida, ácido acético e cloreto de sódio, segundo a rota mecânica proposta por Peres e Piau (2005).

Para o trabalho de gestão desses resíduos foi estabelecido o fluxograma mostrado na Figura 3.

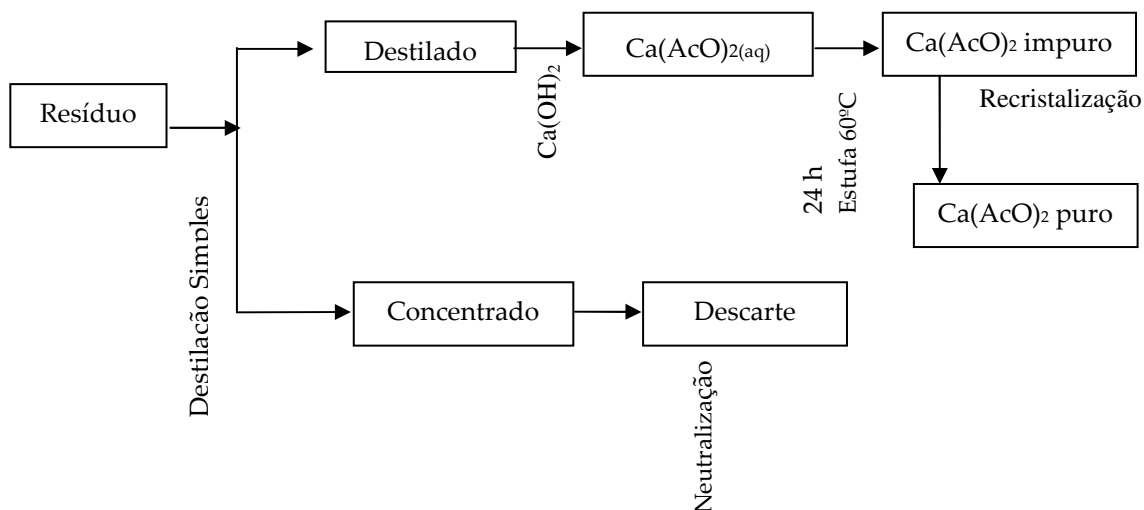


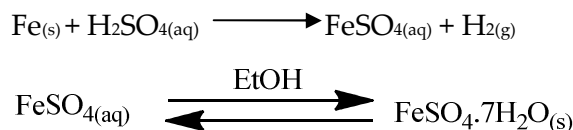
Figura 3. Fluxograma para gestão dos resíduos gerados nas aulas práticas “Técnicas de separação e purificação de substâncias com solventes” e “Recristalização”

A medida do pH do destilado foi determinada em pHmetro Marte Modelo MB-10. A sua concentração foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio padronizada como 0,1 mol/L, usando-se fenolftaleína como indicador.

Ao destilado foi adicionada solução saturada de hidróxido de cálcio até neutralização total, verificada através de medida do pH do meio. Obteve-se solução aquosa de acetato de cálcio da qual foi evaporado o solvente e o resíduo resultante foi seco em estufa a 60°C, por 24 horas. O produto seco e impuro foi então submetido ao processo de recristalização.

## 2.2. Gestão dos resíduos da prática “Fluxogramas Químicos I”

Esta prática foi realizada seguindo a equação a seguir, em que foi utilizada solução de ácido sulfúrico a 20% v/v. O gás hidrogênio liberado foi recolhido em balão de borracha e usou-se etanol para separar os cristais de sulfato de ferro (II) heptaidratado de sua solução aquosa.



Do procedimento feito, resultaram oito litros de resíduos dotados de coloração verde azulada e aspecto monofásico, constituídos provavelmente por etanol usado na separação dos cristais, uma mistura de ácido sulfúrico usado em excesso e sulfato ferroso solubilizado, de acordo com a equação anterior.

Para o trabalho de gestão desses resíduos, foi proposto o fluxograma mostrado na Figura 4.

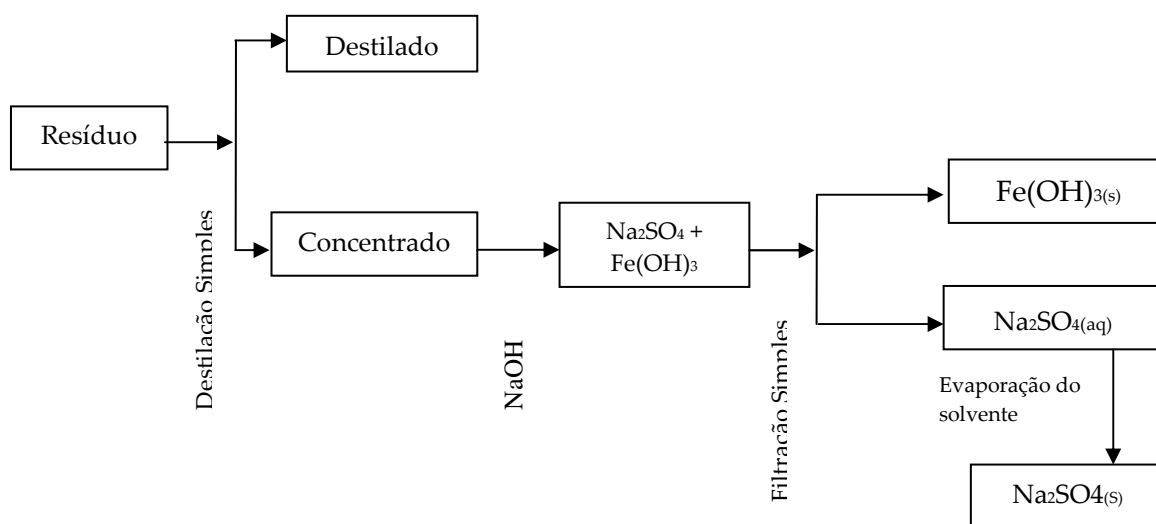
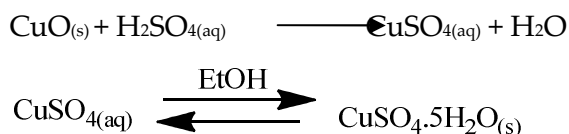


Figura 4. Fluxograma de gestão dos resíduos gerados na aula prática "Fluxogramas Químicos I"

O resíduo foi inicialmente submetido a uma destilação simples. As medidas dos pHs dos produtos desta destilação foram feitas em pHmetro Marte Modelo MB-10. O concentrado foi tratado com solução de hidróxido de sódio, até a sua neutralização total, verificada através da medida do pH do meio e o material resultante foi submetido a um processo de filtração simples. O solvente residual foi evaporado e o produto foi seco em estufa a 60°C por 24 horas.

### 2.3. Resíduo da aula prática "Fluxogramas Químicos II"

A aula prática foi realizada acompanhando a equação abaixo, em que se usou solução de ácido sulfúrico a 6 mol/L e etanol anidro para separar os cristais de sulfato de cobre (II) de sua solução aquosa.



Do procedimento resultaram cinco litros de resíduos dotados de coloração azul e aspecto monofásico, constituídos por sulfato de cobre (II) solubilizado que passou no

processo de filtração sob sucção, mistura de ácido sulfúrico em excesso, álcool etílico e água, de acordo com o que foi exposto anteriormente e pelas equações acima.

Para o trabalho de gestão desses resíduos, foi proposto o fluxograma mostrado na figura 5.

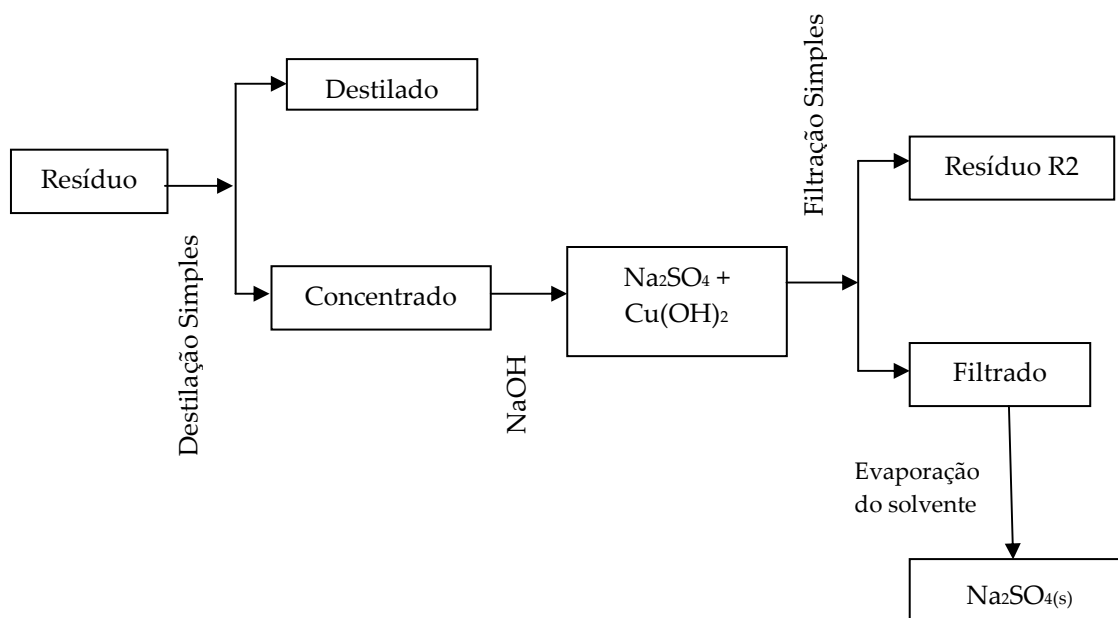


Figura 5. Fluxograma para gestão dos resíduos gerados na aula prática “Fluxogramas Químicos II”

Como etapa inicial do processo, o resíduo foi submetido a um processo de destilação simples, da qual emergiram o destilado e o concentrado.

As medidas dos pHs dos produtos da destilação foram feitas em pHmetro Marte Modelo MB-10.

O concentrado foi tratado com solução de hidróxido de sódio até neutralização total, verificada através da medida do pH do meio. O material resultante foi submetido a uma filtração simples, obtendo-se o resíduo R2 de cor azul intensa e, como filtrado, sulfato de sódio. Evaporou-se o solvente do filtrado (Figura 5) e o produto cristalizado foi seco em estufa a 60°C por 24 horas.

#### 2.4. Gerenciamento dos resíduos gerados na aula prática “Preparação da dibenzalacetona”

Deste procedimento foram recolhidos quatro litros de resíduos, dotados de coloração amarelada e aspecto monofásico, constituídos provavelmente por excesso de base, segundo o mecanismo proposto por Cardoso, Almeida e Peres (2007), mostrado na Figura 6.

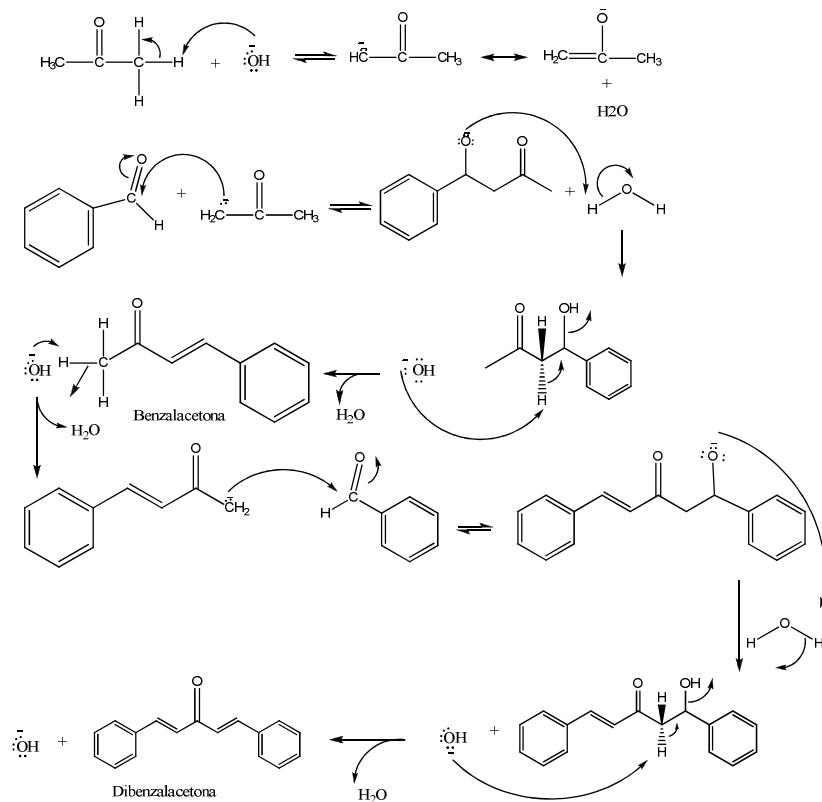


Figura 6. Mecanismo da reação de síntese da dibenzalacetona (CARDOSO, ALMEIDA e PERES, 2007).

Considerando a rota mecanística da Figura 6 e considerando que a base usada foi o NaOH, para o trabalho de gestão dos resíduos, foi estabelecido o fluxograma mostrado na Figura 7.

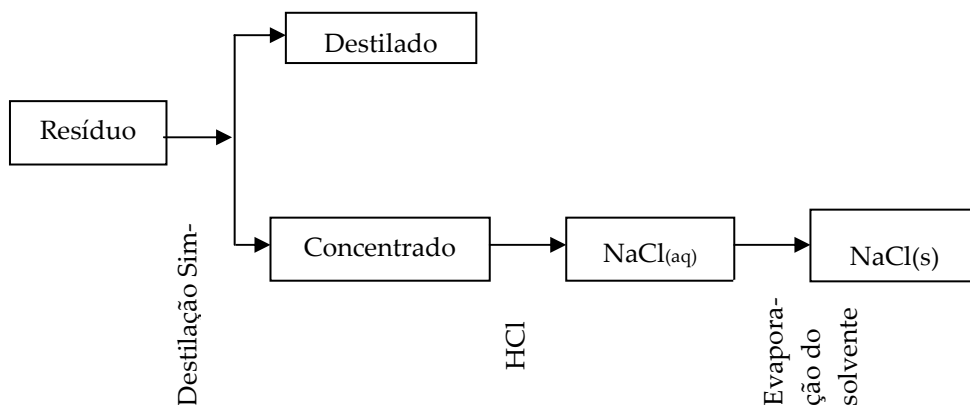


Figura 7. Fluxograma para gestão dos resíduos gerados na aula prática “Preparação da Dibenzalacetona”

As medições dos pHs foram realizadas em pHmetro Marte Modelo MB-10. A concentração em hidróxido de sódio foi determinada mediante titulação com solução de ácido clorídrico 2,0 mol/L. A densidade foi determinada pelo método do picnômetro.

Como etapa inicial do processo, o resíduo foi submetido a um processo de destilação simples, da qual emergiram um destilado e um concentrado. Ao concentrado foi adicionada solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L até a sua neutralização total, verificada através da medida do pH do meio, segundo o fluxograma proposto na Figura 7. Do material resultante, foi evaporado o solvente e o produto foi seco em estufa a 60°C por 24 horas.

### 2.5. Gestão dos resíduos das aulas práticas “Reações de aminas com anidrido de ácido”

Desta prática, resultaram oito litros de resíduos, dotados de aspecto heterogêneo, com fase sólida constituída de partículas brancas e fase líquida incolor. Os prováveis componentes do material seriam ácido acético, acetanilida e cloreto de sódio, segundo o mecanismo proposto por Peres e Piau (2005), mostrado na Figura 1.

A medida do pH do destilado foi feita em pHmetro Marte Modelo MB-10. A sua concentração em ácido acético foi determinada mediante titulação com solução de hidróxido de sódio 1,0 mol/L, usando-se fenolftaleína como indicador.

Para o trabalho de gestão dos resíduos, foi estabelecido um novo fluxograma, exposto na Figura 8.

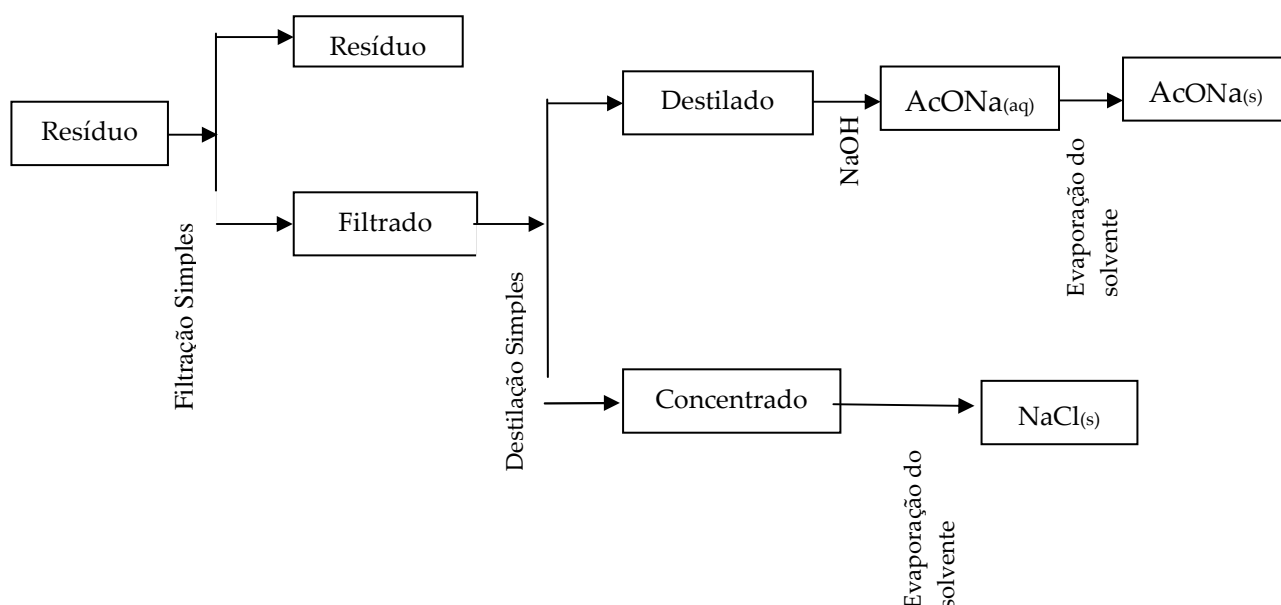


Figura 8 – Fluxograma para gestão dos resíduos gerados na aula prática “Reações de aminas com anidrido de ácido”.

Ao destilado foi adicionada solução de hidróxido de sódio até a sua neutralização total, verificada através da medida do pH do meio, obtendo-se um material homogêneo do qual se evaporou o solvente e foi posto para secar em estufa a 60°C por 24 horas.



Promoveu-se a evaporação do solvente do concentrado e o material resultante foi seco em estufa a 60°C por 24 horas.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Resultados obtidos da gestão dos resíduos das aulas práticas “Técnicas de separação e purificação de substâncias com solventes” e “Recristalização”

O valor encontrado para o pH do destilado foi 2,7 compatível com uma alta concentração em ácido acético, produzido no final da reação mostrada no mecanismo da fig. 1. Essa concentração foi determinada como 1,81 mol/L em ácido acético.

O valor do pH do concentrado, indicado na figura 3, foi de 1,44. Admite-se que este pequeno valor possa ser atribuído ao possível excesso de ácido clorídrico usado na protonação do anidrido acético (Figura 1).

Na tentativa de recuperar alguma acetanilida residual, foram adicionados ao concentrado 10 mL de metanol. O sistema foi então aquecido com refluxo e filtrado a quente. No entanto, não se observou o descoramento do material pela adição de carvão ativado e por isso não foi possível o seu tratamento, sendo então neutralizado e descartado dentro das normas legais do CONAMA (BRASIL, 2005).

De acordo com o fluxograma da figura 3, a adição de solução saturada de hidróxido de cálcio produziu acetato de cálcio impuro, o qual inicialmente se mostrou com alguma coloração. Mesmo assim uma amostra foi separada e analisada por difratometria de raios-X, utilizando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000, monocromador de grafite e tubo de cobre, com o passo de 2 $\theta$ /s, obtendo-se o difratograma mostrado na figura 9.

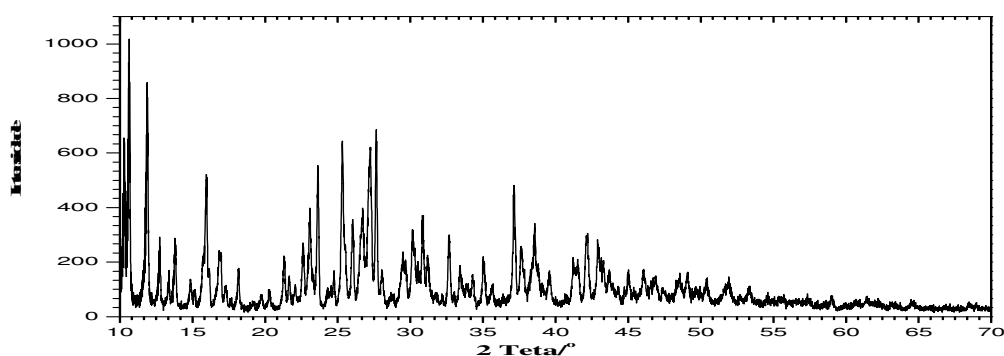


Figura 9. Difratograma de raios-X da amostra de acetato de cálcio produzido conforme fluxograma da Figura 3.

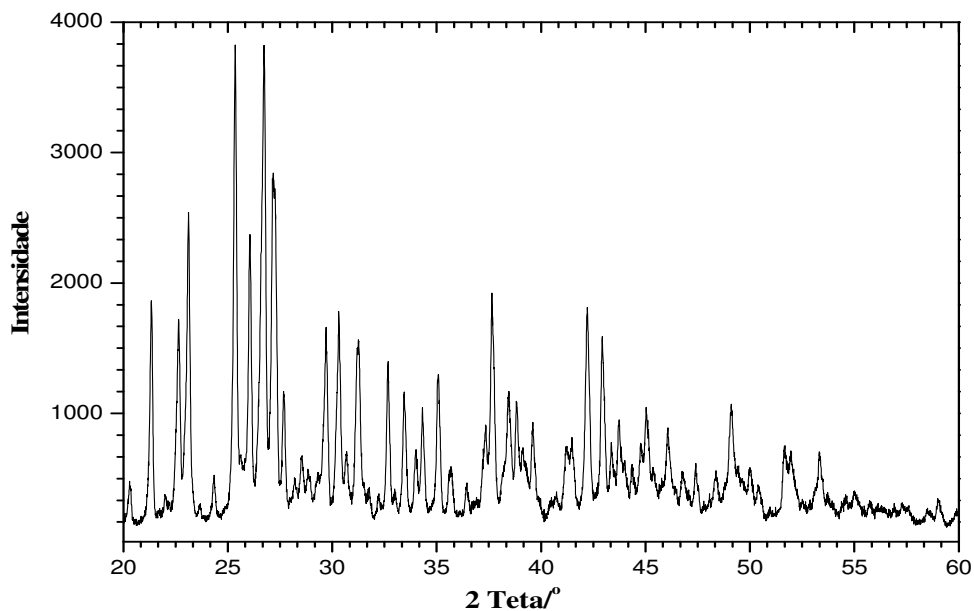
Como o padrão de difração da amostra indicou a necessidade de um refinamento, promoveu-se a purificação do material por recristalização. Para isso, o sistema foi totalmente solubilizado em água destilada e aquecido até a ebulição, quando foi adicionada uma porção de carvão ativado e filtrado a quente, com papel-filtro pregueado. O filtrado teve o solvente evaporado, fornecendo finalmente o acetato de cálcio puro que,

depois de seco, foi pulverizado (Figura 10) em Gral de porcelana e dele retirou-se uma amostra para nova análise por difratometria de raios-X.



**Figura 10. Acetato de Cálcio purificado e pulverizado**

O resultado da análise por difratometria de Raios-X da amostra purificada por recristalização (Figura 11) foi então comparado com o difratograma do produto P.A. (Figura 12), utilizado na Central de Análise de Fertilidade do Solo (CEFERT), da marca Cromoline®, obtendo-se os picos de maior intensidade perfeitamente coincidentes.



**Figura 11. Difratograma de raios-X da amostra de acetato de cálcio purificado por recristalização.**

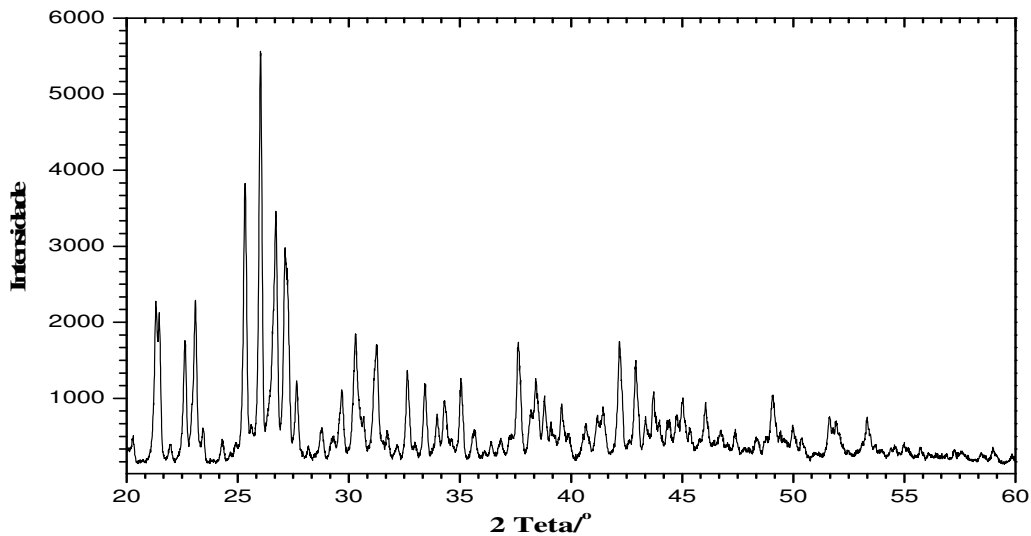


Figura 12. Difratograma de raios-X da amostra de acetato de cálcio P.A. da Central de Análise de Solos do UNIPAM

Constatada a pureza do produto, o acetato de cálcio foi então rotulado e armazenado para posterior utilização na CEFERT (Figura 13).



Figura 13. Acetato de Cálcio purificado, pulverizado e armazenado como produto reaproveitável.

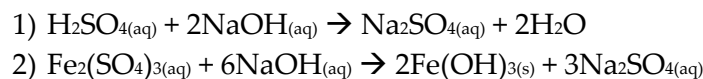
### 3.2. Resultados obtidos da gestão dos resíduos da prática "Fluxogramas químicos I"

O destilado indicado no fluxograma da figura 4 (pH = 3,63) mostrou-se incolor e inflamável quando coletados os primeiros 5 mL, o que comprovou a presença de etanol, como citado em 2.2. Depois de destilados todos os 8 litros de resíduo, foi medido o teor alcoólico com densímetro Pesa Álcool "Gay Lussac", encontrando-se o valor de 10,4 °GL. Nessa concentração, todo o azeótropo obtido foi encaminhado para utilização como

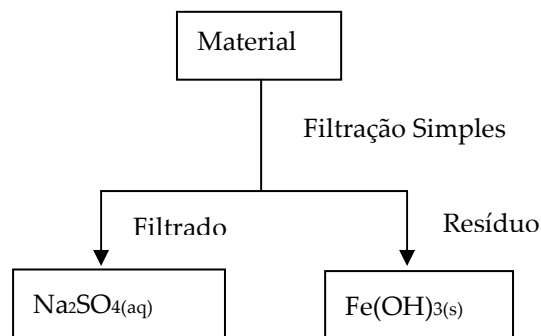
produto de limpeza.

A medida do pH do concentrado indicou um valor próximo de zero, provavelmente devido à alta concentração de ácido sulfúrico no processo. A presença de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  no concentrado constante do fluxograma da figura 4 foi determinada mediante reação com solução saturada de hidróxido de cálcio. No entanto, formou-se um precipitado de coloração marrom, diferentemente da expectativa, que era a formação de  $\text{CaSO}_4$  branco. Separou-se então uma alíquota do resíduo e acrescentou-se tiocianato de amônio, obtendo-se coloração avermelhada, indicadora da presença de  $\text{Fe}^{3+}$ .

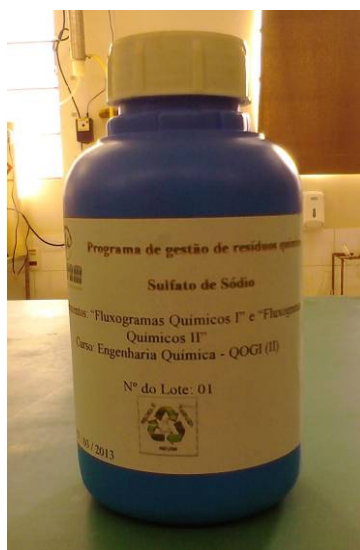
Diante deste resultado, o concentrado foi então neutralizado com solução de hidróxido de sódio, gerando os produtos indicados nas equações abaixo.



O material foi então submetido a uma filtração simples de acordo com o seguinte esquema:



O  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  foi encaminhado para descarte adequado, por fazer parte da composição natural do solo. Evaporou-se o solvente da solução de sulfato de sódio e este sal, depois de seco, foi pulverizado em Gral de porcelana, rotulado e armazenado para utilização em outros procedimentos (Figura 14).



**Figura 14. Sulfato de Sódio purificado, pulverizado e armazenado**

### 3.3. Resultados obtidos da gestão dos resíduos da aula prática "Fluxogramas químicos II"

O valor encontrado para o pH do destilado indicado no fluxograma da figura 5 foi 4,83 e o do concentrado, constante da mesma figura, foi 0,62. O valor do pH do destilado é compatível com a alta concentração de álcool etílico usado para a precipitação do sal na reação. Já o baixo valor do pH do concentrado pode ser atribuído ao excesso de ácido sulfúrico usado na aula prática para reagir com o óxido de cobre (II) para a síntese do Sulfato de Cobre (II).

Depois de promovida a destilação dos cinco litros de resíduo, o destilado foi reunido em um recipiente e foi medido o seu teor alcoólico com densímetro Pesa Álcool "Gay Lussac", encontrando-se o valor de 87,5 °GL. O álcool etílico assim recuperado foi etiquetado e armazenado para reutilização (Figura 15).



Figura 15. Álcool Etílico recuperado, rotulado e armazenado.

O concentrado resultante da destilação simples mostrada no fluxograma da figura 5, considerando os reagentes utilizados na reação de síntese, foi neutralizado com NaOH 2,0 mol/L e o resultado desta reação foi submetido a um processo de filtração simples. Obteve-se assim um resíduo R2 de cor azul, característica do hidróxido de cobre (II), e um filtrado incolor (Figura 16). Do filtrado incolor, foi evaporado o solvente, obtendo-se cristais brancos determinados como Sulfato de Sódio. Esses cristais foram então secos em estufa a 60°C por 24 horas e pulverizados em Gral de porcelana (Figura 16), sendo em seguida armazenados para uso posterior.

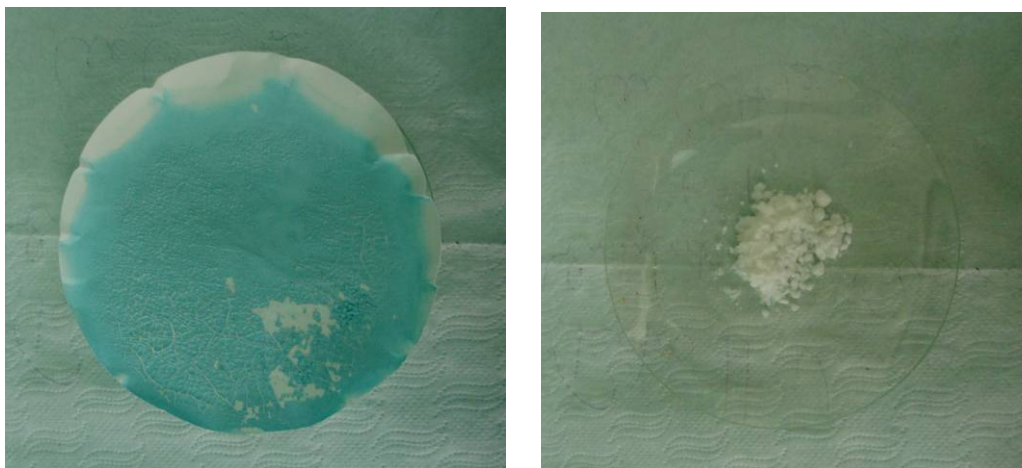


Figura 16. À esquerda, Hidróxido de cobre (II), e à direita, Sulfato de sódio pulverizado.

### 3.4. Resultados obtidos da gestão dos resíduos da aula prática “Preparação da dibenzalacetona”

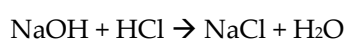
O valor obtido para o pH do resíduo mostrado no fluxograma da figura 7 foi 12,37. Admite-se que este alto valor seja causado pelo excesso de base utilizado na reação (NaOH) e lavagem do produto final, dibenzalacetona, na filtração sob sucção indicada no roteiro da aula prática. Partindo-se deste pressuposto, a concentração em hidróxido de sódio foi determinada como 0,33 mol/L, por meio de titulação com HCl padronizado a 0,1mol/L.

Foram realizados inicialmente ensaios para detecção no resíduo de aldeído e/ou cetona (funções carbonílicas) usando-se o Reativo de Tollens e 2,4.dinitrofenilidrazina (DNPH). O teste com DNPH acusou a presença de carbonila e o de Tollens mostrou-se negativo para aldeído, comprovando, portanto a presença de acetona residual no material analisado. Sendo assim, foi promovida uma destilação simples, indicada no fluxograma da Figura 7.

O pH do destilado obtido no processo foi medido como 7,2 e o do concentrado mostrou um valor 12,8.

Após a destilação, foi feito o teste de inflamabilidade para o destilado, o qual deu resultado negativo. Mediu-se a densidade deste destilado pelo método do picnômetro, encontrando-se o valor de 0,81 g/cm<sup>3</sup> e, como o material não era inflamável, admite-se que a concentração de acetona era baixa, podendo, portanto, ser descartada segundo as normas legais.

O concentrado foi neutralizado com HCl, obtendo-se provavelmente Cloreto de Sódio, de acordo com a equação abaixo.



O produto de neutralização teve evaporado o solvente, sendo em seguida pulverizado em Gral de porcelana e armazenado como reagente reutilizável (Figura 17).

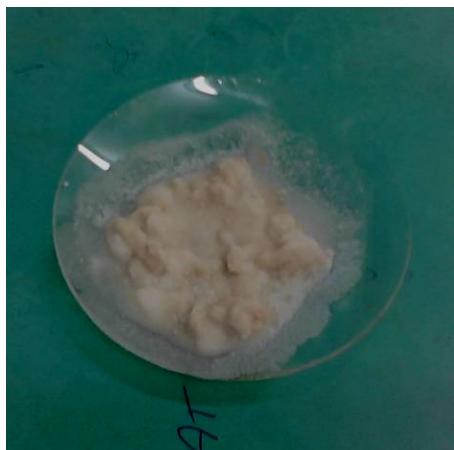


Figura 17. Cloreto de Sódio pulverizado

### 3.5. Os resultados obtidos da gestão dos resíduos da aula prática de “Reações de aminas com anidrido de ácido”

Como meta inicial da gestão, foi realizada uma filtração simples para separação das partículas brancas componentes do material heterogêneo, citado em 2.5, do seu sobrenadante, operação indicada no fluxograma da Figura 8. Essas partículas foram então purificadas por recristalização e, para isso, o sistema foi solubilizado em metanol e aquecido até a ebulição para que todo o sólido se dissolvesse. Em seguida, foi adicionada uma porção de carvão ativado e o material foi filtrado a quente, com papel-filtro pregueado. Os cristais foram lavados com água fria e secos em placa de Petri. Depois de secos, foram caracterizados como acetanilida por meio do ponto de fusão ( $114^{\circ}\text{C}$ , não corrigido). A acetanilida foi então armazenada para uso posterior em outros procedimentos de aulas práticas (Figura 18).



Figura 18. Acetanilida purificada proveniente da filtração dos resíduos.

O concentrado indicado no fluxograma da figura 8 teve seu solvente evaporado, obtendo-se cloreto de sódio, assim caracterizado pelo teste com nitrato de prata.

O pH do destilado indicado no fluxograma da figura 8 foi determinado como 3,70. Admite-se este baixo valor provavelmente devido à presença de ácido acético, gerado como produto final da reação, ao lado da acetanilida e do cloreto de sódio, como mostra o mecanismo da figura 1. A concentração encontrada em ácido acético no destilado foi de 0,83 mol/L. Este ácido acético, gerado segundo o fluxograma da figura 8, foi neutralizado com solução de hidróxido de sódio. O solvente do material foi evaporado, obtendo-se acetato de sódio (Figura 19).



Figura 19. Acetato de sódio produzido

Foi separada uma amostra do acetato de sódio produzido que foi enviada para análise por difratometria de raios-X, utilizando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000, monocromador de grafite e tubo de cobre, com o passo de  $2\theta/s$ , obtendo-se o difratograma mostrado na figura 20.

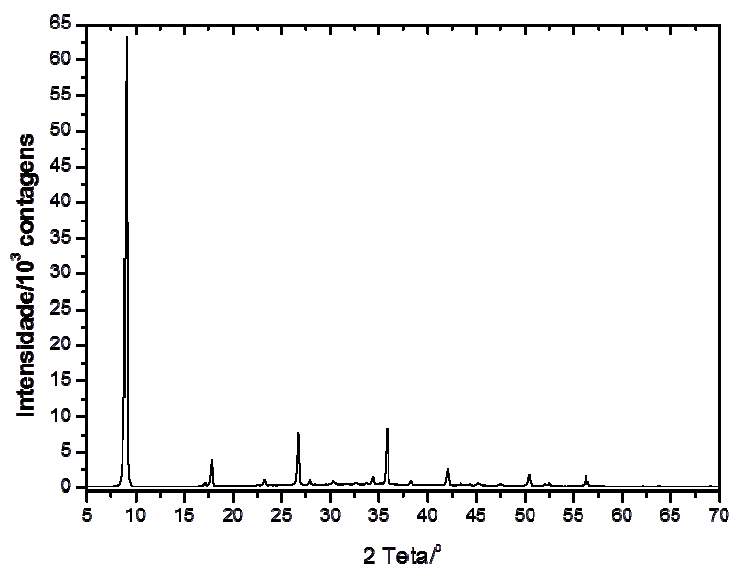


Figura 20. Difratograma de raios-X da amostra de acetato de sódio produzido conforme fluxograma da Figura 8.



Os resultados da análise por difratometria de Raios-X da amostra de acetato de sódio se mostraram satisfatórios, obtendo-se os picos de maior intensidade perfeitamente coincidentes com o difratograma da amostra padrão do aparelho.

#### 4. Conclusões

- (i) Foram tratados os ativos gerados nas aulas práticas “Técnica de separação e purificação de substâncias com solventes” e “recristalização”, obtendo-se 157,76g reaproveitáveis para uso na Central de Análise de Fertilidade de Solos do UNIPAM, evitando-se o descarte inadequado na pia do laboratório de oito litros de resíduos que poderiam impactar o meio ambiente devido ao seu alto teor de ácido.
- (ii) Foi estabelecida uma nova rota mecanística para o processo de gestão dos referidos resíduos, cumprindo as recomendações da AGENDA 21 e os dispositivos legais reguladores do CONAMA.
- (iii) O processo de purificação por recristalização mostrou-se bastante eficiente para servir de parâmetro para procedimentos futuros neste projeto.
- (iv) Foram tratados vinte e três litros de resíduos, os quais impactariam o meio ambiente se fosse realizado o descarte indevido, além de recuperar reagentes para o uso em laboratórios de graduação da instituição.
- (v) O trabalho de pesquisa contribui para o aluno de graduação adquirir conhecimentos em diferentes áreas da química, proporcionando uma grande experiência na área de pesquisa.

#### 5. Referências

BEZERRA, M. C. L.; FACCHINA, M. M.; RIBAS, O. *Agenda 21 Brasileira - Resultado da Consulta Nacional*. Brasília MMA/PNUD, p.156, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 357, de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Disponível em <<http://www.notadez.com.br/content/normas.asp?id=8284>>. Acesso em 29 jan. 2006.

CARDOSO, B.D.; ALMEIDA, L.M.; PERES, V. Investigação dos mecanismos das reações dos ativos e implantação de um programa de gestão de resíduos químicos no UNIPAM. *Perquirere*, n.4, 2007.

PERES, V.; BORGES, E.C.B.; ANDRADE, H.F.S. Investigação dos mecanismos das reações dos ativos e implantação de um programa de química verde no UNIPAM. *Perquirere*, v.6, p.70-85, 2009.

PERES, V.; PIAU, M.C.S. Investigação mecanística da síntese da acetanilida e gerenciamento do resíduo químico gerado, in: XIX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, 2005, Ouro Preto-MG, vol. único, p. 350.