

COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO RESÍDUO DO CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*) PARA OBTENÇÃO DA RAÇÃO ANIMAL

Jordana Benfica Silva¹, Dra. Renata Nepomuceno da Cunha²

(1) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

jordanabenfica@unipam.edu.br

(2) Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

renatanepc@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A polpa do Cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum*) é bastante explorada na região Amazônica, por ser uma fruta rica em gordura e de baixo custo, movimentando a economia da região. O cupuaçu, fruto de elevado valor nutricional e com grande potencial de mercado, é muito utilizado na culinária, como sucos, doces e sorvetes (COSTA, 1960; CAVALCANTE, 1974), podendo também ser explorado pelas indústrias de cosméticos e farmacêuticas, por apresentar um alto índice de gordura (WOLF, 1997; VENTURIERI, 1993).

O resíduo gerado na extração da polpa tem contribuído para o aumento da produção do lixo orgânico, gerando impactos ambientais (SENA e NUNES, 2006). Tais resíduos se constituem de expressivos teores nutricionais, a destacar: potássio, ferro, selênio, vitamina C, e antioxidantes, os quais são capazes de retardar o processo de degeneração das células. Dentro desse contexto, os resíduos de cupuaçu poderiam ser agregados à alimentação animal, possibilitando uma utilização econômica e eficiente, diminuindo assim o desperdício e consequentemente os impactos ambientais.

O presente trabalho tem como objetivo, realizar análises bromatológicas visando a possível transformação do resíduo em ração animal, levando em consideração os componentes nutritivos do cupuaçu que poderiam contribuir para a saúde animal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As análises descritas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Zootecnia do UNIPAM. O resíduo de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) foi disponibilizado pela Frutpress, empresa situada em Presidente Olegário, que extrai a polpa da fruta para obtenção do suco.

Para quantificação da composição proximal foram avaliados os parâmetros matéria seca, proteína e fibra bruta. Sendo, para essa última, determinadas a fibra de detergente neutro (FDN) e a fibra de detergente ácido (FDA), as quais visam expressar a concentração de fibras para balanceamento de rações para ruminantes.

Os teores de matéria seca foram obtidos por meio de secagem em estufa à 105°C, até obtenção de peso constante, sendo a matéria seca obtida por gravimetria segundo metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016).

A determinação de nitrogênio total da amostra foi realizada pelo método de Kjeldahl, através da digestão em bloco aquecido a 350°C, destilação das amostras com NaOH em ácido bórico e seguida por titulação com ácido sulfúrico, na presença de indicador. Para conversão do nitrogênio em proteína utilizou-se o fator de correção de 6,25.

Também foram avaliados os teores de graus brix, por meio do refratômetro e medidas de pH. Para avaliação do pH foram homogeneizadas 10 g de amostra diluídas em 100 mL de água destilada. As medidas de pH foram realizadas em pHmetro digital, devidamente calibrado, conforme instruções do fabricante. Ressalta-se que todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 . RESULTADOS E DICUSSÃO

A tabela 01 explicita os resultados obtidos para a caracterização bromatológica , ou seja, a composição proximal do resíduo de cupuaçu.

Tabela 1- Composição proximal do resíduo de cupuaçu.

| Composição | Valores obtidos [%]* |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Matéria Seca | 19,00±1,20 |
| Proteína Bruta | 15,36±6,88 |
| Fibra em Detergente Neutro (FDN) | 31,19±0,09 |
| Fibra em Detergente Ácido (FDA) | 9,51±6,13 |

*resultados expressos com base na matéria seca.

O valor obtido para a matéria seca foi de 19,00±1,20 %, percentagem ligeiramente superior ao encontrado por Sanches (2010), 12,06±0,02%. As discrepâncias obtidas se devem ao

processamento do fruto, o qual pode acarretar em maiores ou menores teores de umidade do resíduo.

As proteínas, moléculas de natureza heteropolimérica, exercem funções importantes dentre elas as de catalisadores biológicos (enzimas) e de componentes estruturais da célula. De um modo geral, a qualidade da proteína é encontrada, em ordem decrescente, nos alimentos zoógenos (animais), sementes oleaginosas, leguminosas, cereais e amiláceos (GAVA, 1978). A partir do estudo realizado percebe-se que o resíduo de cupuaçu possui teores expressivos de proteínas, $15,36 \pm 6,88$ %. Resultados similares foram obtidos por Lima et al. (2010), 12,89% e Carvalho et al. (2008), 11,70%. Tais resultados podem ser considerados satisfatórios quando confrontados com o conteúdo proteico de outros subprodutos de frutas como a casca do abacaxi (8,4%) e da goiaba (8,5%) (LOUSADA et al., 2006). Em média, os teores proteicos do resíduo de cupuaçu ultrapassam os valores de nutrientes importantes tais como o sorgo em grão (10,45%), casca de soja (11,94%) e gérmen de milho (9,31%) (ROCHA JÚNIOR; VALADARES FILHO; BORGES, 2002, citados por AGUIAR, 2010). Dentro desse contexto, o resíduo de cupuaçu contribui para o enriquecimento de rações animais, podendo ser usado como suplemento na dieta de animais ruminantes.

A fibra é um componente crítico na dieta de ruminantes, que limita a produtividade quando fornecida em excesso (Minson, 1990) e afeta a saúde e o desempenho dos animais quando fornecida em quantidades insuficientes (Sudweeks et al., 1981). A fibra em detergente neutro (FDN) é uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e constitui o parâmetro mais usado para o balanceamento de dietas. Para Lima et al. (2010) valores de FDN acima de 24,17%, são considerados satisfatórios no consumo de fibras. Obtiveram-se para o resíduo de cupuaçu teores de $31,19 \pm 0,09$ %, o que mais uma vez comprova a aplicação desse resíduo na alimentação de ruminantes.

Entretanto, o FDA encontrado, 9,51%, se mostrou-se inferior ao obtido por Lima et al. (2010), cerca de 20% e ao obtido por Santos et al. (2011), 43,47%.

Tabela 2- Caracterização físico-química do resíduo de cupuaçu.

| Características | Resultados |
|------------------------|-------------------|
|------------------------|-------------------|



| | |
|-----------|-------------|
| pH | 3,18 ± 0,85 |
| Grau Brix | 3,16 ± 0,55 |

O pH analisado 3,18 classifica como um resíduo ácido. Segundo Freire et al. (2009), os índices de pH para a seguinte matéria resultam entre 3,40 e 3,50, sendo próximos do valor encontrando por este experimento. Segundo dados apresentados pelo Sindirações, os ácidos orgânicos são de grande valia em nutrição animal por sua capacidade em reduzir o pH dos alimentos, favorecendo a sua conservação, exercem uma influência positiva a nível digestivo e metabólico, melhorando os rendimentos produtivos dos animais, além de serem excelentes fontes de energia.

O grau Brix tem sido muito utilizado na literatura zootécnica como indicativo do teor de açúcares. Outros sólidos solúveis não açúcares como aminoácidos, gorduras, cera, matérias corantes e ácidos orgânicos também são mensurados pela técnica Brix. Para o °Brix obteve-se 3,16± 0,5, valor similar ao encontrado por Araújo et. al. (2002) 3,03.

4. CONCLUSÃO

- (i) apresenta teores nutricionais importantes para a fabricação de uma ração animal, com a vantagem do baixo custo;
- (ii) mitigação do impacto ambiental proveniente pela geração desse resíduo.

REFERENCIAS

AGUIAR, T. M. et al. Chemical characterization and evaluation of the nutritional value of *Malpighia puniceifolia* seeds. **Jornal Brazilian Society Food Nutrire**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 91-102, ago. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 20 ed. AOAC, Washington, DC, 2016.

FREIRE, M. T. A. et al. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1, p. 9-16, 2009

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. [s.l.] NBL Editora, 1978.

LOUSADA, J.E.J. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.70-76,



2006.

LIMA et al.. **Influência de diferentes níveis de fdn dietético no consumo, digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas santa inês: 2004.**

MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic, 1990.

VASCONCELOS, M. A. M. Transformações físicas e químicas durante a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). Campinas, 1999. 114p. Dissertação - (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

SANCHES, B.R. Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais. Dissertação. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2010, 96p.

SUDWEEKS, E.M.; ELY, L.O.; MERTENS, D.R. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughages value index system. *Journal Animal Science*, v.53, p.1406, 1981

AVALIAÇÃO DA SEMENTE DE ABÓBORA (*Cucurbita moschata duch*) COMO AGENTE ADSORTIVO PARA O TRATAMENTO DO EFLUENTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL

Amanda Silva Oliveira¹, Bruna Lane Malkut², Fábio Gramani Saliba Júnior², Dayene do Carmo Carvalho³

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. asoinfo@gmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. dayenec@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita moschata duch*) pertencente à família *Cucurbitaceae* e ao gênero *Cucurbita*) tem, como centro de origem, a região central do México, estendendo-se até a Colômbia e a Venezuela³. Destacando-se pelo seu valor comercial, a abóbora é uma das hortaliças de grande importância no Brasil⁴. O aumento do consumo, gerado pelo crescimento da população mundial, ocasionou a escassez de alguns alimentos aumentando, assim, a cultivoação em regiões economicamente pouco desenvolvidas.

As informações disponíveis sobre o assunto são escassas e inconclusivas em relação a aspectos importantes, como dificuldade para encontrar material e pouca disponibilidade sobre o assunto.

As sementes da abóbora constituem em média menos que 10% de seu peso e são consideradas como material de descarte não só na indústria de alimentos, mas também no consumo doméstico. Uma alternativa de aproveitamento deste material de descarte pode ser a sua utilização como biomassa adsorvente no tratamento de efluentes têxteis.

Vários modelos industriais se destacam no cenário ambiental como grandes poluidores, devido as suas características altamente prejudiciais ao ambiente. Um modelo que se destaca é o setor têxtil, sendo um dos maiores consumidores industriais de água do mundo. Além disso, como a maior parte da água utilizada no processo não é incorporada ao produto, este setor também é responsável pelo descarte de grandes volumes de efluentes. Na indústria têxtil, 15 % dos corantes utilizados são perdidos durante o processo de tingimento de tecidos gerando

efluentes⁸. Quando tais efluentes são descartados indevidamente em corpos hídricos, os corantes mesmo em concentrações baixas são prejudiciais⁷. Quando não tratados adequadamente antes de lançados em águas naturais, os efluentes provenientes da indústria de corantes ou de processos envolvendo tintura têxtil podem modificar o ecossistema ou atingir a saúde da população.

Um dos grandes problemas ambientais enfrentados pelo setor têxtil é a remoção desses compostos de rejeitos industriais¹⁰. De acordo com Cerqueira (2006) muitos são os métodos utilizados no tratamento de efluentes industriais e estes podem ser divididos em 3 categorias: químicos, físicos e biológicos. Os métodos de tratamento estão diretamente relacionados ao tipo de efluente gerado, ao controle operacional da atividade industrial e das características da água utilizada.

Levando em conta a grande quantidade de efluente produzido pela indústria têxtil e o custo de seu tratamento, várias linhas de pesquisa têm focado esforços no estudo de adsorventes alternativos, chamados também de adsorventes não convencionais. Exemplos desses estudos são os que têm avaliado a capacidade de adsorção de materiais orgânicos do tipo talo de açaí e casca de cupuaçu², bagaço de cana¹¹, bagaço de laranja⁵, casca de pinhão¹ e casca de maracujá amarelo⁹.

No presente trabalho é proposto o uso da semente de abóbora, na forma natural, como adsorvente de baixo custo para a remoção do corante azul de soluções aquosas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O efluente utilizado para a execução deste estudo foi coletado em uma indústria têxtil localizada no município de Patos de Minas – MG, e armazenado ao abrigo da luz.

As sementes de abóbora foram coletadas em restaurantes deste mesmo município, armazenadas em sacos plásticos e levadas para laboratório do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM – para lavagem e secagem em estufa a 105°C, até massa constante.

Após a secagem do biomaterial este foi triturado em liquidificador industrial e peneirado em 09 mesh, utilizando o material retido em 28 mesh e devidamente armazenado.

Para as análises o efluente foi ajustado em pH=3 e pH=8, em cada potencial hidrogeniônico foram feitos os seguintes testes:

- 1- 400mL de efluente e 100mL $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a 10% (m/v);
- 2- 400mL de efluente e 1g do biomaterial, esse realizado ainda com 25g e 50g.

Todos os testes foram executados em triplicata, agitado em Jarrest em 50rpm por 15min.

Cessado os 15 min o material foi filtrado em papel filtro, e colhido os primeiros 10mL de filtrado para varredura espectral, assim como o efluente bruto. Após a passagem de todo o material o mesmo foi seco em estufa a 60°C realizado a pesagem.

Primeiramente foi feita a varredura do efluente bruto no espectrofotômetro GENESYS 10 v2.100, em todos os comprimentos de onda, para visualizar o melhor comprimento de onda. E após esta análise os materiais coletados após a filtração foram analisados em 650 nm, que foi a maior absorbância registrada no efluente bruto.

| | Remoção (%) |
|------------------------------|--------------------------------|
| $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 88,923 ^a ± 1,547 |
| Semente (1 g) | 61,616 ^a ± 2,480 |
| Semente (25 g) | -63,960 ^b ± 29,840 |
| Semente (50 g) | -200,446 ^c ± 29,793 |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados estatísticos obtidos para porcentagem de remoção em pH 3 (Tabela 1), porcentagem de remoção em pH 8 (Tabela 2) e porcentagem de remoção em pH 3 e pH 8 (Tabela 3). Na Tabela 4 é apresentado os resultados em porcentagem de remoção da massa em pH 3, na Tabela 5 porcentagem de remoção de massa em pH 8 e por fim na Tabela 6 os resultados comparando porcentagem de massa de remoção em pH 3 e 8.

Tabela 1 – Porcentagem de remoção em pH 3

*p < 0,05; CV = -74,27%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Conforme mostra a Tabela 1, com relação ao pH 3 a maior remoção ocorreu no teste com 1 g de semente, que se compara a remoção do adsorvente utilizado nas indústrias. Já com relação ao pH 8, não houve uma remoção significativa, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Porcentagem de remoção em pH 8

| | Remoção (%) |
|---|--------------------------------|
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | 90,003 ^a ± 2,165 |
| Semente (1 g) | 15,966 ^b ± 3,544 |
| Semente (25 g) | -55,833 ^c ± 27,441 |
| Semente (50 g) | -352,666 ^d ± 33,531 |

*p < 0,05 ; CV = -28,78%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Tabela 3 – Porcentagem de remoção em pH 3 e 8

| | pH | Remoção (%) |
|---|----|--------------------------------|
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | 3 | 88,923 ^a ± 1,895 |
| Massa removida (m/v) | | |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | | 0,002 ^a ± 0,010 |
| Semente (1 g) | | -0,045 ^a ± 0,003 |
| Semente (25 g) | | 4,182 ^b ± 0,138 |
| Semente (50 g) | | -2,051 ^c ± 0,366 |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | 8 | 90,003 ^a ± 2,165 |
| Semente (1 g) | 3 | 61,618 ^{ab} ± 2,480 |
| Semente (1 g) | 8 | 15,966 ^b ± 3,544 |
| Semente (25 g) | 3 | -63,960 ^c ± 29,840 |
| Semente (25 g) | 8 | -55,833 ^c ± 27,441 |
| Semente (50 g) | 3 | -200,446 ^d ± 29,793 |
| Semente (50 g) | 8 | -352,666 ^d ± 33,531 |

*p < 0,05; CV = -41,22%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Ao analisar a Tabela 3 é possível observar que o melhor teste foi com 1 g do biomaterial, em pH 3, que comparado estatisticamente com o Al₂(SO₄)₃ tem o mesmo efeito de absorbância, assim como 1 g do biomaterial, em pH 8, também si mostra com significativa remoção, entretanto não como a anterior.

Tabela 4 - Massa removida em pH 3

*p < 0,05 ; CV = 37,57%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Quando comparado em pH 3, a massa removida do efluente se mostra melhor em 1 g de semente, como apresenta a Tabela 4. Assim como na Tabela 5, também a melhor remoção de massa é com 1 g de biomaterial.

Tabela 5 – Massa removida em pH 8

| | Massa removida (m/v) |
|----------------|-----------------------------|
| $Al_2(SO_4)_3$ | 0,020 ^a ± 0,00 |
| Semente (1 g) | 0,092 ^a ± 0,029 |
| Semente (25 g) | 53,098 ^b ± 0,111 |
| Semente (50 g) | 2,731 ^c ± 0,183 |

*p < 0,05; CV = 5,46%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Tabela 6 – Massa removida em pH 3 e 8

| | pH | Massa removida (m/v) |
|----------------|----|-----------------------------|
| $Al_2(SO_4)_3$ | 3 | 0,002 ^a ± 0,010 |
| $Al_2(SO_4)_3$ | 8 | 0,020 ^a ± 0,00 |
| Semente (1 g) | 3 | -0,045 ^a ± 0,003 |
| Semente (1 g) | 8 | 0,092 ^a ± 0,029 |
| Semente (25 g) | 3 | 4,182 ^b ± 0,138 |
| Semente (25 g) | 8 | 5,098 ^c ± 0,111 |
| Semente (50 g) | 3 | -2,051 ^d ± 0,366 |
| Semente (50 g) | 8 | 2,731 ^e ± 0,183 |

*p < 0,05; CV = 12,64%

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Analisando estatisticamente, é possível observar que 1 g do biomaterial, tanto em pH 3 e pH 8 apresentam valores de eficiência de adsorção iguais ao $Al_2(SO_4)_3$.

Com relação aos outros dados obtidos estes se apresentam com diferença estatística, o que os tornam inviáveis para remoção.

4. CONCLUSÕES

(i) Na determinação de condições favoráveis de adsorção por sementes de abóbora conclui-se que as condições favoráveis tanto em porcentagem de remoção quanto massa removida ocorrem em 1 g do biomaterial.

(ii) Contudo é importante ressaltar que por ser um estudo recente deve haver um estudo mais profundo, uma vez que este tipo de biomaterial é de difícil acesso, por ser de pouco volume, tanto para descarte como para reaproveitamento. O que com este estudo se mostra inviável para utilização como adsorvente de baixo custo.

REFERÊNCIAS

CALVETE, T. **Casca de pinhão fresca e carvão ativo-adsorvente para remoção de corantes em efluentes aquosos**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

CARDOSO, N. F. **Adsorção de corantes têxteis utilizando biossorventes alternativos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

CASALI, V. W.D.; SATURNINO, H. M.; PEDROSA, J. F. **Botânica e origem das cucurbitáceas**. In: EPAMIG. As cucurbitáceas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, n. 85, p. 22-23, 1982.

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; BAHRY, C.A. **Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 97-107. 2006.

CAVICHIOLO, J. R. **Secagem do bagaço de laranja em secador tipo flash**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

CERQUEIRA, A. A. **Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

PARK, C.; LEE, M.; LEE, B.; KIM, SW.; CHASE, H.A.; LEE, J.; KIM, S. **Biodegradation and biosorption for decolorization of synthetic dyes** by *Funalia trogii*. Biochemical Engineering Journal, v. 36, n. 1, p. 59–65, 2007.

PARSHETTI, G. K.; TELKE, A. A.; KALYANI, D. C.; GOVINDWAR, S. P. **Decolorization and detoxification of sulfonated azo dye methyl orange** by *Kocuria rosea* MTCC 1532. Journal of Hazardous Materials, v. 176, n. 1-3, p. 503–509, 2010.

PAVAN, F. A.; MAZZOCATO, A. C.; GUSHIKEM, Y. **Removal of methylene blue dye from aqueous solutions by adsorption using yellow passion fruit peel as adsorbent**. Bioresour. Technol., v. 99, p. 3162-3165, 2008.



ZANONI, M. V. B.; CARNEIRO, P. A., **O descarte dos corantes têxteis**. Revista Ciência Hoje, v. 20, n. 174, p. 61-64, 2001.

ZHANG, Z.; MOGHADDAM, L.; O'HARA, I. M.; DOHERTY, W. O. S. **Congo red adsorption by ball-milled sugarcane bagasse**. Chemical Engineering Journal. v. 178, p. 122-128, 2011.



BALANÇO DE MASSA NA PRODUÇÃO DE PÃO DE QUEIJO CONGELADO NA INDÚSTRIA FRUTPRES

Camila Mendes Correa⁽¹⁾; Raquel Clasen Pich⁽²⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Química – Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. mila-mendes@outlook.com

⁽²⁾Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. raquelcp@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Uma famosa receita típica brasileira, do estado de Minas Gerais, é a de pão de queijo. O pão de queijo é um produto de panificação que não contém glúten, pois em sua formulação utiliza-se amido modificado oriundo da fécula da mandioca. Acredita-se que essa receita tenha surgido no século XVIII, durante a época da escravidão, os pães eram preparados com os próprios recursos da fazenda: ovos, leite, queijo e polvilho. A partir da década de 50, a receita foi se difundindo e tornou-se popular (ANDRADE, 2016). Atualmente a busca por alimentos tradicionais e de fácil consumo impulsionaram o setor alimentício na produção de pão de queijo congelado (PERON, 2016).

O objetivo do trabalho foi acompanhar a produção de pão de queijo durante um período de quatro dias com a finalidade de quantificar as matérias-primas gastas nesse período e a geração de resíduos, através do balanço de massa do processo, identificando as perdas nas etapas e por quais motivos elas ocorrem, com o intuito de minimiza-las aumentando a margem de lucro da empresa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na agroindústria Novo Pomar Produtos Alimentícios Ltda. (Frutpres®), situada na cidade de Presidente Olegário – MG, no período de quatro dias aleatórios.

A produção do pão de queijo congelado se inicia com a chegada das matérias-primas: amido de mandioca especial, ovos, óleo de soja, leite integral, queijo curado ralado e sal. Primeiramente, adicionam-se os ovos à masseira, equipamento que homogeneiza os ingredientes. Após cerca de dez minutos, adiciona-se o amido, o leite, o óleo, o sal e o queijo conforme a receita do produto. Durante todo o processo de homogeneização há adição de



água até que a massa esteja consistente atingindo o ponto que permita a extrusão e corte da mesma. Logo que a massa é finalizada ela é despejada em um bojo contido na parte superior da dosadora, esse equipamento dosa e molda o pão de queijo, a Frutpres produz pães de 15, 30, 50, 80 e 100 g envasados em pacotes de 400 g e em 1 e 2 kg. Na esteira há um painel de controle para ajuste da velocidade de giro da mesma.

Após o ajuste do equipamento, inicia-se o processo de dosagem dos pães, de um lado o operador coloca um tabuleiro de polietileno devidamente higienizado, a correia gira em uma velocidade pré-estabelecida pelo operador e assim o tabuleiro recebe o produto na dosagem correta. Os tabuleiros saem do outro lado da máquina e são retirados e colocados em uma estante própria, com capacidade para até 80 kg e são encaminhadas para as câmaras de congelamento. O tempo gasto para o congelamento do pão de queijo é de 2 a 3 horas e posteriormente são encaminhados para o envase e armazenamento.

As informações coletadas das correntes de entrada do processo de fabricação para o balanço de material são os pesos iniciais da matéria prima e as de saída são os pesos do pão de queijo congelado.

Os resíduos gerados no beneficiamento do pão de queijo congelado são cascas e cartelas de ovos, embalagens plásticas e embalagens de papelão vazias, estes não estão inclusos no balanço de massa, mas foram pesados separadamente. As cascas de ovos são atualmente o único rejeito do processo que não é reaproveitado, pois os outros são vendidos para reciclagem.

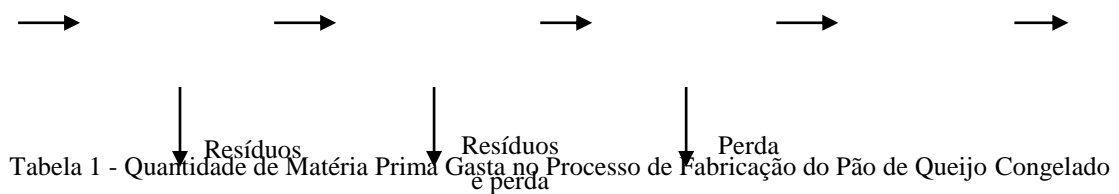
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados durante os quatro dias de acompanhamento da produção (Tabela 1) foi possível determinar a composição média da receita de pão de queijo bem como verificar as etapas do processo em que podem ocorrer perdas ou geração de resíduos (Figura 1). A variação das perdas em relação à quantidade de massa entre as etapas do processo de fabricação (Tabela 1 e 2), foram maiores nas produções 3 e 4 devido a falhas no ponto da massa e perdas naturais do processo.

Figura 1 - Fluxograma Simplificado do Processo de Fabricação do Pão de Queijo Congelado



| Observações/Ingredientes | | Amido | Ovos | Óleo | Queijo | Leite | Água | Sal | Massa Total | Número de |
|------------------------------|----------------------------|---------|---------|------------------------------|--------|----------------------------|---------|-------------|----------------|------------------------|
| Recebimento de Matéria Prima | Pesagem (kg) Matéria Prima | (kg) | (kg) | Homogeneização da Massa (kg) | (kg) | Congelamento dos Pães (kg) | (kg) | (kg) Envase | (kg) | Dosagens Armazenamento |
| Produção 1 | | 151,200 | 63,523 | 35,008 | 26,775 | 60,490 | 42,178 | 4,410 | 383,584 | 5 |
| Produção 2 | | 324,222 | 136,151 | 75,207 | 57,375 | 129,600 | 114,170 | 9,450 | 846,175 | 11 |
| Produção 3 | | 302,400 | 127,086 | 70,020 | 53,550 | 120,960 | 90,329 | 8,820 | 764,345 | 10 |
| Produção 4 | | 259,200 | 108,942 | 60,015 | 45,900 | 103,680 | 77,520 | 7,560 | 662,817 | 9 |



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Tabela 2 - Variação da Quantidade de Massa entre as Etapas do Processo de Fabricação

| Observações/Etapas | Pesagem das Matérias Primas (kg) | Homogeneização da Massa - Bacias (kg) | Congelamento dos Pães (kg) |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Produção 1 | 383,584 | 382,695 | 379,518 |
| Produção 2 | 846,175 | 845,183 | 840,768 |
| Produção 3 | 764,345 | 755,485 | 754,949 |
| Produção 4 | 662,817 | 653,205 | 648,208 |

Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Tabela 3 - Perda de Massa Verificada entre as Etapas do Processo de Fabricação

| Observações/Etapas | Perda na Homogeneização da Massa - Bacias (kg) | | Congelamento dos Pães (kg) | |
|--------------------|--|--------------|----------------------------|--------------|
| | Kg | % | kg | % |
| Produção 1 | 0,889 | 0,23% | 3,177 | 0,83% |
| Produção 2 | 0,992 | 0,12% | 4,415 | 0,52% |
| Produção 3 | 8,860 | 1,16% | 0,536 | 0,07% |
| Produção 4 | 9,612 | 1,45% | 4,997 | 0,76% |

Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

A quantidade de resíduos gerados e comercializados, no período de acompanhamento está especificada na tabela abaixo.

Tabela 4 – Geração Média Diária de Resíduos no período acompanhado



| Resíduos | Quantidade gerada (kg) |
|--------------------------|------------------------|
| Cascas de ovos | 59,728 |
| Sacos de Papelão / amido | 8,476 |
| Embalagens Plásticas | 3,214 |
| Embalagens de óleo | 7,154 |

Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

5. CONCLUSÃO

(i) as perdas encontradas através do balanço de massa global: Produção 1 – 1,06%, Produção 2 – 0,64%, Produção 3 – 1,23% e Produção 4 – 2,21%.

(ii) os resultados evidenciam a necessidade de padronização do processo produtivo para redução de perdas e maior controle da produção diária;

(iii) uma maneira de reduzir as perdas é padronizar a quantidade de água adicionada ao processo, para garantir que a massa esteja no ponto desejado e facilite o seu manuseio evitando desperdícios e consequentemente gerando um maior lucro para a empresa;

(iv) na geração de resíduos, as cascas de ovos podem ser repassadas para indústrias de outros setores tanto para desenvolvimento de catalisadores na produção de biocombustíveis (LOPES, 2016), tanto para as produtoras de fertilizantes orgânicos (ALENCAR, 2016).

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Lucas. **12 opções de adubo orgânico**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Cidades-Verdes/noticia/2015/12/12-opcoes-de-adubo-organico.html>>. Acesso em: 22 set. 2016.

ANDRADE, Lorena Pinto. **Amidos modificados e estabilizantes na qualidade do pão de queijo de massa congelada durante o armazenamento**. 2012. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/476/1/DISSERTACAO_Amidos modificados e estabilizantes na qualidade do pão de queijo de massa congelada durante o armazenamento](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/476/1/DISSERTACAO_Amidos%20modificados%20e%20estabilizantes%20na%20qualidade%20do%20p%C3%A3o%20de%20queijo%20de%20massa%20congelada%20durante%20o%20armazenamento)>. Acesso em: 20 set. 2016.

LOPES, Valquiria. **UFMG desenvolve catalisador feito de casca de ovo para produção de biocombustível**. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2013/09/09/interna_tecnologia,446790/ufmg-desenvolve-catalisador-feito-de-casca-de-ovo-para-producao-de-biocombustivel.shtml>. Acesso em: 22 set. 2016.

PERON, Clara. **Alimentos congelados: praticidade para o consumidor e lucro para o empreendedor**. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-pequenasindustrias-comomontar/artigos/alimentos-congelados-praticidade-consumidor-lucro-empendedor>>. Acesso em: 27 set. 2016.



BIOSSORÇÃO DE AZUL DE METILENO EM COLUNA DE LEITO FIXO POR SERRAGEM DE *Aspidosperma polyneuron*: APLICAÇÃO DE MODELOS CINÉTICOS

Heitor Otacílio Nogueira Altino⁽¹⁾; Jordana Benfica Silva⁽²⁾, Abel da Silva Cruvinel⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

heitor.engquimica@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

jordana.academico@gmail.com

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. de Patos de Minas – UNIPAM. abelsc@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O azul de metileno é um corante catiônico utilizado em diversos campos industriais. Apesar da sua baixa toxicidade, a remoção do mesmo é bastante estudada por se apresentar como uma molécula modelo, com bandas de absorção de suas diferentes espécies aparecendo em regiões distintas do espectro (NEUMANN *et al.*, 2000).

As técnicas clássicas de tratamento de efluentes são fundamentadas em processos de coagulação, seguidos de separação por flotação ou sedimentação, apresentando uma elevada eficiência na remoção de material particulado. No entanto, para a remoção de compostos corados dissolvidos as mesmas se mostram ineficientes (KUNZ *et al.*, 2002). Assim, a adsorção vem se mostrando como uma alternativa promissora devido ao seu baixo custo e facilidade de operação. Tal operação se baseia na remoção desses contaminantes pela interação entre o adsorbato (corante) e algum material adsorvente (SILVA *et al.*, 2012).

Nos últimos anos, o uso de bioadsorventes baseados em matérias orgânicos reaproveitados vem crescendo largamente (MALKOC e NUHOGLU, 2006). Nesse sentido, a serragem de madeira apresenta-se como uma proposta promissora, eficiente e ecologicamente sustentável, além de contribuir para a descontaminação de corpos hídricos poluídos por metais e compostos orgânicos (SILVA *et al.*, 2015). Diante do exposto, este trabalho teve o objetivo principal de avaliar a cinética de bioadsorção do azul de metileno, utilizando como bioadsorvente a serragem de *Aspidosperma polyneuron* (peroba), em coluna de leito fixo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Química (LEQ) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). A serragem de peroba foi fornecida por uma empresa localizada na cidade de Patos de Minas/MG. O pré-tratamento da serragem foi realizado inicialmente separando a fração de -16 +32 mesh por agitador de peneiras eletromagnético Bertel[®] com 4 tamis de: 4, 16, 32 e 48 mesh. Em seguida, fração separada foi tratada com solução de NaOH 0,5 M por 2 h e lavada com água destilada até pH = 7 para retirada da cor característica da peroba. Após o escoamento de toda a água de lavagem, tratou-se a serragem com ácido cítrico 0,1 M por 1 h, quando então lavou-se novamente até pH = 7, visando a máxima liberação do sítios de bioissorção. O bioissorvente tratado foi então seco em desidratador Pardal[®] PE 60 por 24 h a 55°C e posteriormente por 60 min a 100°C.

Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se uma solução de azul de metileno de 80 mg.L⁻¹ a 26,5°C na vazão de 50 mL.min⁻¹, a qual teve seu pH corrigido para 3,5 por meio de uma solução de HCl 0,1 M. Os testes de bioissorção foram conduzidos em uma coluna de vidro multipropósito UpControl[®] com 70 cm de altura e 7 cm de diâmetro interno. A montagem do leito na coluna se constituiu na adição de: 7 cm de esferas de vidro, 1,3 cm de bioissorvente (12 g) e mais 1,3 cm de esferas de vidro. O efluente da coluna foi analisado em um colorímetro CL-3003 *Photometer* munido de cubeta de vidro.

Os modelos cinéticos fornecem parâmetros necessários para a descrição da bioissorção, dentre os quais destacam-se: Pseudo-Primeira Ordem (Equação 1), Pseudo-Segunda Ordem (Equação 2) e Difusão Intraparticular (Equação 3) (KHAN *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2012).

$$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t}) \quad (1)$$

$$q_t = \frac{q_e^2 k_2 t}{1 + q_e k_2 t} \quad (2)$$

$$q_t = k_{dif} t^{1/2} \quad (3)$$

Onde q_t é quantidade de íon bioissorvido no tempo t (mg.g⁻¹), q_e a quantidade de íon bioissorvido no equilíbrio (mg.g⁻¹), k_1 a constante de Pseudo-Primeira (min⁻¹), k_2 a constante de Pseudo-Segunda (g.mg⁻¹.min⁻¹) e k_{dif} a constante de Difusão Intraparticular (g.mg⁻¹.min^{-1/2}).

A zona de transferência de massa (ZTM) (cm) pode ser calculada pela Equação 4, para um comprimento de leito H_t (cm), tempo total equivalente à capacidade de empacotamento da coluna t_t (min) e capacidade útil representada por t_u (min) (GEANKOPLIS, 1993).

$$ZTM = \left(1 - \frac{t_u}{t_t}\right) H_t \quad (4)$$

Conforme Malkoc e Nuhoglu (2006), pode-se avaliar ainda a remoção total do íon (R_t) (%), como descrito pela Equação 5.

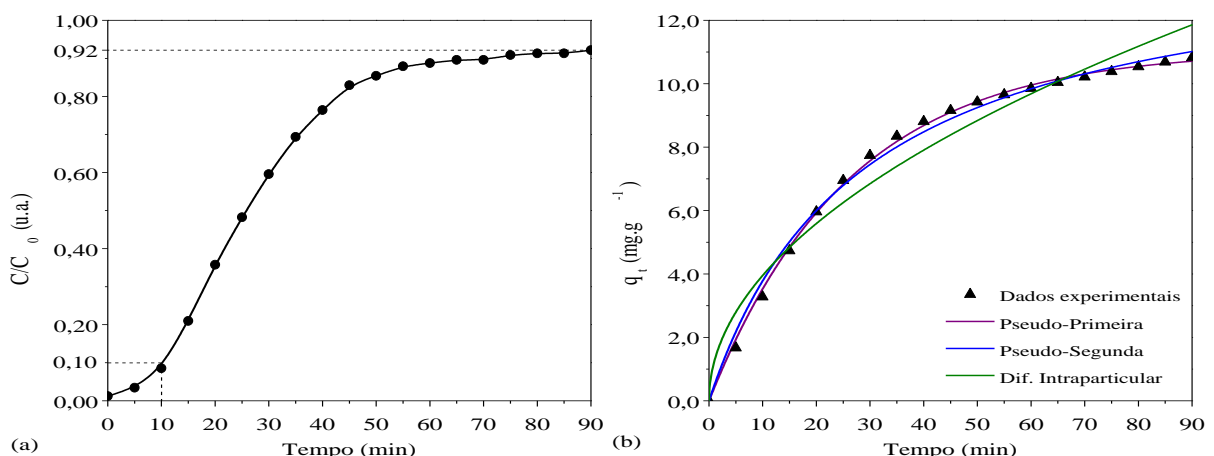
$$R_t = \frac{q_{total}}{m_{total}} 100 \quad (5)$$

Onde q_{total} é a quantidade total de íon bioissorvido (mg), t_{total} o tempo total (min), C_{ad} a concentração do íon bioissorvido (mg.L^{-1}) e m_{total} a quantidade total de entrada de íon (mg).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 (a) é apresentada a curva de *breakthrough* resultante da bioissorção do azul de metileno em serragem de peroba, permitindo determinar os parâmetros apresentados na Tabela 1. Nessa tabela, destaca-se o *break point* (t_b) de 10 min além da q_e de $10,8217 \text{ mg.g}^{-1}$ alcançado aos 90 min com C/C_0 de 0,92, resultando em uma remoção total de 35,1720%.

Figura 1 – Curva de *breakthrough* de bioissorção (a). Curva de cinética de bioissorção (b).



Apesar da baixa remoção total foi possível determinar a cinética de bioissorção, o que constituiu o objetivo principal deste trabalho. Para tanto, aplicou-se modelos cinéticos, como exposto na Figura 1 (b), os quais tiveram seus parâmetros reunidos na Tabela 2.

Tabela 1 – Parâmetros característicos da bioissorção em leito fixo.

| Parâmetro | Valor |
|-----------------------------|---------|
| t_b (min) | 10,0000 |
| t_u (min) | 10,3095 |
| t_t (min) | 31,6635 |
| ZTM (cm) | 0,7762 |
| q_e (mg.g ⁻¹) | 10,8217 |
| R_t (%) | 35,1720 |

Através do Coeficiente de Determinação (R^2), observa-se na Tabela 2 que o modelo de Pseudo-Primeira Ordem é o mais indicado para descrição da cinética de bioissorção. Indicando que a taxa de ocupação dos sítios ativos de bioissorção é proporcional ao número de sítios desocupados. Assim, de modo a testar a legitimidade de tal modelo, comparou-se a quantidade de íon bioissorvido no equilíbrio experimental ($q_{e(exp)}$) e calculado pelo modelo ($q_{e(cal)}$). Obtendo-se um Erro Relativo (ER) de apenas 2,1796%, validando o modelo.

Tabela 2 – Resultado da aplicação dos modelos: Pseudo-Primeira, Pseudo-Segunda e Dif. Intraparticular.

| Modelo | Parâmetro | Valor |
|-------------------------|--|---------|
| Pseudo-Primeira Ordem | $q_{e(cal)}$ (mg.g ⁻¹) | 11,0576 |
| | $q_{e(exp)}$ (mg.g ⁻¹) | 10,8217 |
| | ER (%) | 2,1796 |
| | k_1 (min ⁻¹) | 0,0384 |
| | R^2 | 0,9984 |
| Pseudo-Segunda Ordem | q_e (mg.g ⁻¹) | 14,4776 |
| | k_2 (g.mg ⁻¹ .min ⁻¹) | 0,0024 |
| | R^2 | 0,9939 |
| Difusão Intraparticular | k_{dif} (g.mg ⁻¹ .min ^{-1/2}) | 1,2499 |
| | R^2 | 0,9552 |

4. CONCLUSÕES

- (i) Foi possível avaliar a eficiência de remoção do azul de metileno por bioissorção em serragem de peroba utilizando coluna de leito fixo;
- (ii) Constatou-se que o modelo de Pseudo-Primeira Ordem representou de modo mais satisfatório os fenômenos envolvidos na cinética de bioissorção;
- (iii) Verificou-se que a serragem de peroba apresenta potencial no tratamento de efluentes contendo azul de metileno.

REFERÊNCIAS

- GEANKOPLIS, C. J. **Transport Processes and Unit Operations**. 3. ed. New Jersey: Prentice-hall, 1993. 921 p.
- KHAN, M. A. *et al.* Biosorption and desorption of Nickel on oil cake: Batch and column studies. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 103, p. 35-42, 2012.
- KUNZ, A. *et al.* Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, [S.l.], v. 25, n. 1, p.78-82, fev. 2002.
- MALKOC, E.; NUHOGLU, Y. Removal of Ni(II) ions from aqueous solutions using waste of tea factory: Adsorption on a fixed-bed column. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.l.], v. 135, p. 328-336, jul. 2006.
- NEUMANN, M. G. *et al.* Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa. **Química Nova**, [S.l.], v. 23, n. 6, p. 818-824, 2000.
- SILVA, A. M.; COSTA, F. O.; CARVALHO, E. da S. Estudo Da Capacidade De Adsorção Por Solvente Para Biomassas Adsorventes. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO E CIENCIA, 1., 2012, Paraíba. **Anais...** . Paraíba: Realize, v. 1, p. 152-158, 2012.
- SILVA, L. A. da. **Avaliação do uso de serragem de madeira tratada com ácido como biossorvente para a remoção de Diclofenaco de Sódio em meio aquoso**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.
- VIEIRA, S. S. *et al.* Macaúba palm (*Acrocomia aculeata*) cake from biodiesel processing: An efficient and low cost substrate for the adsorption of dyes. **Chemical Engineering Journal**, [S.l.], v. 183, p. 152-161, fev. 2012.

CARACTERIZAÇÃO DE NANOLÂMINAS DE GRAFENO (NG) PRODUZIDAS PELO MÉTODO DA ESFOLIAÇÃO QUÍMICA

¹Andressa Siqueira Xavier, ²Douglas Fonseca Galvão, ³Dayane Rodrigues de Alcantara, ⁴Mateus Nascentes de Moraes, ⁵Tainah Satiko Tsuge Garcia, ⁶Sandra Lúcia Nogueira

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. andressasqx@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM douglasgalvao.eq@hotmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. dayaneralcantara21@gmail.com.

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. mateusndemoraes@gmail.com.

⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. tainah.garcia@outlook.com.

⁽⁶⁾ Professora do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. sandraln@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O grafite natural como ocorre na natureza não pode ser utilizado como nanocarga devido à ligação química existente em suas camadas, bem como ao espaçamento entre elas. Por esta razão precisa ser modificado quimicamente (GOPAKUMAR, 2004).

As nanolâminas de grafeno são compostas de carbonos constituídos por camadas com espessura atômica extraídas do grafite. Elas são consideradas um dos materiais mais finos no que diz respeito a sua estrutura, e que apresentam flexibilidade, transparência, impermeabilidade e condutividade elétrica. Além disso, também apresentam um grande potencial de condução térmica e são mais duras e resistentes que diamante (CORREA, 2010).

Deste modo, este trabalho objetiva a obtenção e caracterização de nanolâminas de grafeno através da esfoliação química, propondo mudanças no processo desenvolvido por SILVA e SCARPIN, 2013 visando melhor aproveitamento, menor tempo produção e maior qualidade do produto final.

2. MATERIAL E MÉTODOS

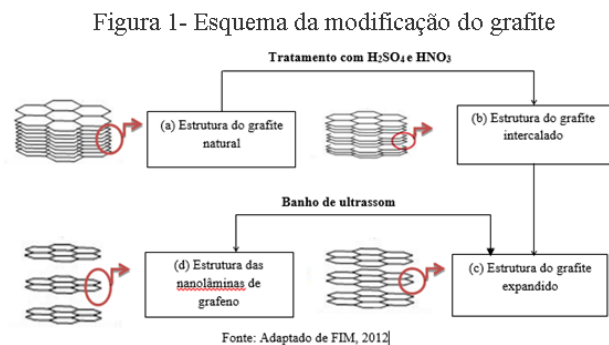
As nanolâminas foram obtidas no laboratório de química analítica do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, através do seguinte procedimento:

Grafite Intercalado (GI): Partiu-se de uma mistura 4:1 contendo ácido sulfúrico (PA), ácido nítrico (PA) e 20g de grafite comercial. A solução foi submetida a uma agitação mecânica seguida de repouso até a decantação. Nessa primeira etapa obteve-se o GI.

Grafite Expandido (GE): Retirou-se o excesso de sobrenadante e realizou-se a diluição da solução de GI decantada seguida de filtração a vácuo. O grafite intercalado foi aquecido a 1000°C durante 30s. Após esse tratamento térmico obtém-se o GE.

Nanolâminas de Grafeno (NG): Com o GE obtido, fez-se uma suspensão de álcool etílico 70% submersa em um banho de ultrassom durante 8h. Em seguida filtrou-se a solução e repetiu-se o processo de secagem, resultando em NG. As etapas de transformação do grafite em NG estão esquematizadas na figura 1.

Em (a) observa-se que o grafite é composto por infinitas camadas de átomos de carbono com espaços nanométricos entre si. O tratamento químico pela adição dos ácidos concentrados acrescido de intensa agitação promove além da purificação, a oxidação do grafite, provocando o espaçamento das nanolâminas que formam a estrutura do GI (b). Quando o GI sofre um tratamento térmico drástico, os agentes intercalantes são volatilizados fragilizando as ligações e fazendo com que ocorra a expansão entre as camadas, resultando no GE (c). Com as interações enfraquecidas, o GE é submetido ao banho ultrassônico para sua quebra definitiva. As ligações π quebradas interagem formando com a ligação σ uma dupla ligação entre carbonos, formando a estrutura das NG (d) (JANUARIO, 2014).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para confirmar o desenvolvimento das NG, as amostras foram caracterizadas por sua dispersão e por seu espectro RAMAN característico. A figura 2 a seguir representa a diferença de dispersão das

Figura 2: Dispersão em banho ultrassônico, NG à esquerda e grafite natural à direita.



amostras em meio surfactante, após o banho de ultrassom. A amostra 1 que está à esquerda contém as NG e a amostra 2, grafite natural, ambas em meio surfactante à mesma concentração. Nota-se que a amostra 1 apresentou uma eficiente dispersão, devido a sua leveza, homogeneidade e baixa densidade, comprovando assim a formação das NG. Já a amostra 2, os flocos de grafite permaneceram inertes no fundo do vidro, ficando evidente a diferença entre as duas amostras.

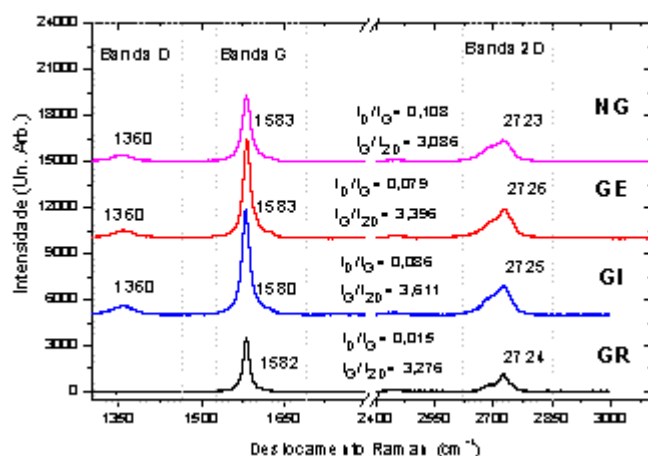
A espectroscopia RAMAN é uma técnica de caracterização estrutural e eletrônica muito utilizada nos materiais carbonosos (CHILDRES et AL, 2010). Sendo assim, através desta técnica torna-se possível identificar a produção de nanolâminas de grafeno - NG.

A figura 3 apresenta os espectros Raman para o grafite comercial - GR, utilizado como precursor nas esfoliações em estudo, grafite intercalado - GI (tratamento com ácido), grafite expandido - GE (tratamento térmico) e das nanolâminas de grafeno - NG. Todos os espectros exibem picos característicos na região entre 1200 e 3000 cm^{-1} para energia de excitação do laser de argônio em 514 nm (2,41 eV). As bandas encontradas neste intervalo são conhecidas como banda D (1200 a 1400 cm^{-1}), banda G (1500 a 1650 cm^{-1}) e banda 2D (2600 a 2750 cm^{-1}).

A banda G relaciona as vibrações C-C do grafite, as quais estão presentes nos materiais de carbono. Por outro lado, a banda D tem relação com a desordem da estrutura hexagonal do grafite. Na figura 3 apresentada nota-se que o sinal da banda D é mais intenso referente ao grafite tratado, GI e GE e também das NGs indicando materiais estruturalmente mais desorganizados. Isso se deve ao processo de esfoliação química do grafite que introduz defeitos em sua estrutura cristalina.

De acordo com a literatura, (FERRARI et al, 2006 e 2010), o valor de I_D/I_G próximo de zero é um indicativo de um material gráfitico cristalino, porém quando esse valor aumenta, o material gráfitico perde sua cristalinidade e torna-se estruturalmente mais desorganizado.

Figura 3 – Espectro Raman para as amostras GR, GI, GE e NG.





Baseado nesses valores, que também estão apresentados na figura 3, $ID/IG = 0.015$ confirma-se o elevado grau de cristalinidade do grafite. Entretanto, os valores de ID/IG bem próximos para GI, GE e NG revelam a presença de uma maior quantidade de defeitos estruturais.

A segunda ordem da banda D, ou seja, a banda 2D, é uma das mais importantes do espectro Raman, pois é a partir dela que torna-se possível a identificação de nanolâminas de grafeno no material e sobretudo, a quantidade de nanolâminas (FERRARI et al, 2006 e 2010). Assim, o número de camadas pode ser obtido a partir da razão das intensidades da banda 2D e da banda G (valor $IG/I2D$). Na figura nota-se que o espectro que apresentou menor valor para a razão $IG/I2D$ foi a amostra de NG.

A partir desses resultados, é possível concluir que houve a formação de nanolâminas pela esfoliação de grafite, pois os espectros das amostras analisadas apresentam características estruturais diferentes de um material gráfitico natural.

4. CONCLUSÕES

- (i) as mudanças da metodologia não afetaram a produção, e sim proporcionaram uma melhoria no processo, com uma maior economia de água e otimização;
- (ii) o objetivo de produzir NG foi confirmado pela boa dispersão das moléculas das nanolâminas em meio surfactante;
- (iii) a caracterização por Espectroscopia Raman, detectou através da estrutura eletrônica do grafeno, a dependência com o número de camadas das nanolâminas produzidas, reafirmando sua obtenção eficaz;
- (iv) obteve-se um rendimento de 74%, concluindo que a esfoliação química do grafite mostra-se como uma possível rota para a preparação de NG em escala industrial;

REFERÊNCIAS

COMPTON, O. C.; NGUYEN, S. T. Graphene oxide, highly reduced graphene oxide, and graphene: versatile building blocks for carbon-based materials. *Small* (2010), 711-723.

CHILDRES, I.; JAUREGUIB, L. A.; PARKB, W.; CAOAB, H.; CHEN, Y. P. Raman spectroscopy of graphene and related materials. Chapter 19 (2010).

CORREA D. R. N. A síntese do Grafeno: O premio Nobel de Física de 2010 – 2010



FERRARI, A. C.; MEYER, J. C.; SCARDACI, V.; CASIRAGHI, C.; LAZZERI, M.; MAURI, F.; PISCANEC, S.; JIANG, D.; NOVOSELOV, K. S.; ROTH, S. and GEIM, A. K. Raman Spectrum of Graphene and Graphene Layers. PRL (2006).

FERRARI, A. C.; MEYER, J. C.; SCARDACI, V.; CASIRAGHI, C.; LAZZERI, M.; MAURI, F.; PISCANEC, S.; JIANG, D.; NOVOSELOV, K. S.; ROTH, S. and GEIM, A. K. The Raman Fingerprint of Graphene. (2010) FIM, A. C. Síntese e Propriedades de Nanocompósitos de Polietileno/Nanolâminas de Grafeno Obtidos Através de Polimerização In Situ. 2012. 90p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GOPAKUMAR, T. G.; PEGÉ, D. J. Y. S. Polym. Eng. Sci, 2004, 44, 1162.

JANUARIO, A. C.; REMÉDIO, B. R.; SOUZA, R. A.; "Produção de grafeno pelo método da esfoliação química e suas potenciais aplicações", p. 13392-13398. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ 2014- [BlucherChemicalEngineeringProceedings, v. 1, n. 2]. São Paulo: Blucher, 2015.

SILVA, C. R. e SCAPIN, K. Síntese do Grafeno e Produção de Nanocompósitos Poliméricos. Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – UNIFAE, 2013.



DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENSAIO DE IMPACTO CHARPY

Suellen Cristine Meira⁽¹⁾; Orlando Francisco Ferreira Neto⁽²⁾, Philip Otávio Geraldo Beuker⁽³⁾,
Heitor Otacílio Nogueira Altino⁽⁴⁾, Janaína Aparecida Pereira⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
suellen.meira@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
netoferreiraptc@hotmail.com.

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
philipotavio93@hotmail.com.

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
heitor.engquimica@gmail.com.

⁽⁵⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
janainaap@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O impacto é um esforço de natureza dinâmica, no qual carga é aplicada repentina e bruscamente. Nas mais diversas áreas da engenharia é possível encontrar uma vasta gama de materiais que são submetidos a esforços de características dinâmicas, como aqueles provocados por impactos onde o material absorve certa quantidade de energia em um tempo muito curto (MORAIS *et al*, 2011). O ensaio de impacto é utilizado para estudar o efeito das cargas dinâmicas, medindo a tendência do material a se comportar de maneira frágil. Para a tal propósito, é necessário mensurar a quantidade de energia absorvida por uma amostra do material quando submetida a um esforço de choque de valor previamente determinado (RODRIGUES, 2014).

Para o desenvolvimento de um projeto mecânico é imprescindível obter os parâmetros de comportamento do material e das suas propriedades mecânicas em diferentes condições de uso, que são determinados através de ensaios mecânicos. Em testes com o pêndulo Charpy, a energia potencial da elevação do martelo se transforma em energia cinética na descida, parte desta energia provoca a ruptura do corpo de prova, e a energia residual eleva o martelo no movimento de oscilação do pêndulo. A diferença entre a altura de queda e a altura de retorno representa a energia para quebrar o corpo de prova. (CHITOLINA; ANTON; SEVERO, 2013).

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia para projetar os elementos de uma máquina de ensaio de impacto utilizando a técnica Charpy, realizar

simulações utilizando o *software* SolidWorks® 2013 Premium, avaliar as tensões estruturais, os principais pontos de cálculo, além dos conceitos envolvidos no projeto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando a metodologia descrita por Chitolina e Anton (2013) o qual se baseou na NBR NM 281-2, para a construção de uma máquina que atinja energia de impacto de 50 J. Primeiramente, calculou-se a área do cutelo que sofrerá impacto sabendo que o mesmo deve, por padrão, possuir um ângulo de curvatura de 180°, diâmetro de 4 mm e ângulo interno de 15°. Em seguida, calculou-se a tensão exercida sobre o cutelo, resultado em $1,812 \cdot 10^9$ Pa, o que sugere o uso aço SAE 4043 para sua construção.

Em seguida, determinou-se as dimensões do martelo utilizando as medidas fornecidas por Chitolina e Anton (2013), sendo necessário utilizar 2 pesos adicionais para alcançar os 4 kg para geração de 50 J. A haste e a coluna foram dimensionadas de forma a proporcionar um impacto do cutelo no centro do corpo de prova, resultando nas dimensões de 768 x 50,8 x 12,7 mm (comprimento x largura x espessura) e uma peça de 188 x 48 mm com espessura de 6 mm e altura de 880 mm, respectivamente.

Utilizou-se um eixo de 20 mm de diâmetro com 260 mm de comprimento, suportado em um mancal de 180 x 20 x 10 mm (comprimento x largura x espessura) de base, com apoio para eixo de 40,48 mm de diâmetro externo e 30 mm de interno. Projetou-se a fixação do mancal por meio de 4 barras roscadas em L de 6 mm de diâmetro, 50 mm de altura na parte roscada e 20 mm na não roscada.

Os corpos de prova de prova foram dimensionados de acordo com a ASTM E-23 descritos por Chitolina e Anton (2013), resultado em 55 x 10 x 10 mm (comprimento x largura x espessura), com um entalhe de 1,95 mm de raio e ângulo 45°. Tais corpos foram suportados por 2 corpos de prova de 175 mm de altura na parte maior, 145 mm na menor, 80 mm de comprimento, 45 mm de espessura para um e 25 mm para o outro. A área de contato com o corpo de prova foi de 250 mm² na base 150 mm² na parte traseira e 1500 mm² na lateral.

Para maior segurança do operador foram projetadas barras de proteção de 17 x 17 mm, espessura de 3 mm e com três comprimentos de 878,5, 800 e 500 mm. A máquina foi

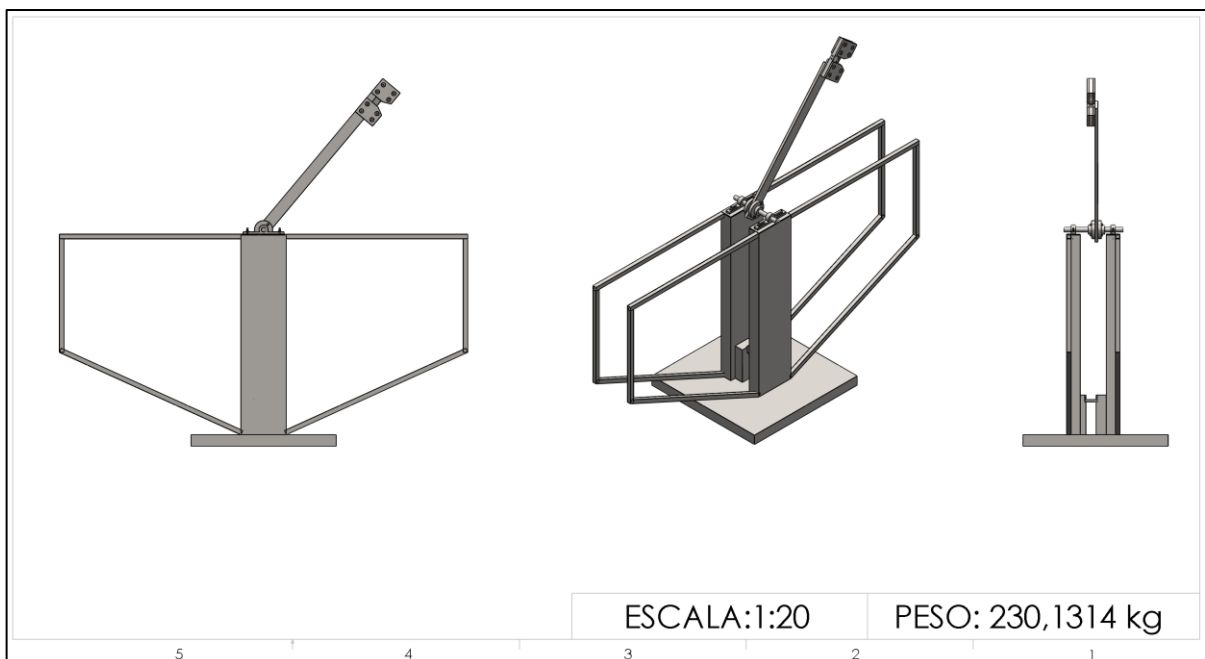
suportada por uma base de 640 x 640 x 50 (comprimento x largura x espessura). Excetuando-se o cutelo, optou-se por utilizar aço SAE 1020 em todas as peças.

A máquina foi projetada no *software* SolidWorks® 2013 Premium maneira que as simulações de impacto foram feitas por meio do teste de queda, desse *software* aplicando um sensor na área de impacto do corpo de prova. Utilizou-se uma altura de 1270 mm, que corresponde a geração de 50 J, e gravidade de $9,81 \text{ m/s}^2$. Expressou-se graficamente os resultados obtidos nas simulações por meio do *software* OriginPro® 8.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a máquina de ensaio Charpy modelada no SolidWorks com a haste formando 140° com as colunas.

Figura 1 – Vista lateral direita, isométrica e frontal da máquina de ensaio Charpy

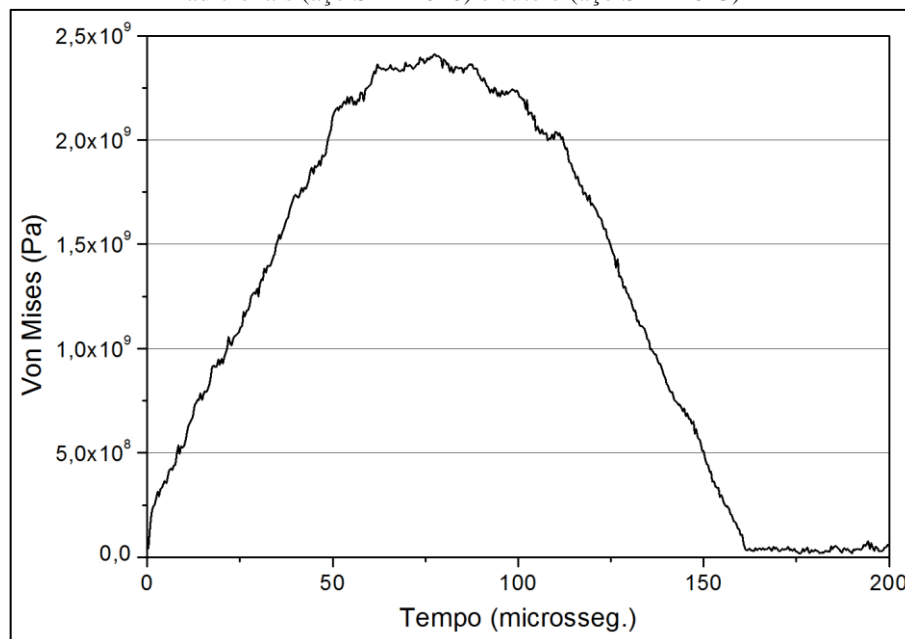


O ensaio de queda (Figura 2) mostrou uma tensão de $2,413 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ na extremidade de impacto do cutelo, diferindo-se em 33,2% da tensão calculada de $1,812 \cdot 10^9 \text{ Pa}$. Tal diferença pode ser explicada por ter se considerado toda área arredondada da ponta do cutelo ($1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$) na metodologia, contudo na simulação houve impacto só com a extremidade da área

arredondada ($1,490 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$), resultando em um aumento na tensão, uma vez que, a força aplicada foi constante nos dois casos.

Segundo Collins (2006), é possível calcular a energia fornecida pela máquina na simulação considerando-se a nova área de impacto para uma mesma massa do conjunto, o que resulta em 70,05 J, que é mais do que suficiente para romper o corpo de prova, entretanto pode haver dano ao material do cutelo. Assim, é importante reduzir a massa dos adicionais de modo que o conjunto apresente o valor mínimo de 4 kg descrito por Chitolina e Anton (2013).

Figura 2 – Tensão desenvolvida na área de impacto do cutelo no teste de queda do conjunto martelo com adicionais (aço SEA 1020) e cutelo (aço SEA 4043)



4. CONCLUSÕES

- (i) baseando na metodologia foi possível dimensionar a máquina de impacto de Charpy por meio do software SolidWorks;
- (ii) quanto à tensão máxima suportada pela área de impacto do cutelo, verificou-se uma diferença de 33,2% referente a cálculos teóricos e ao simulado. O que sugere a redução da massa dos adicionais de modo que o conjunto martelo-cutelo apresente 4 kg;



(iii) deve-se desenvolver fisicamente a máquina de modo a obter dados experimentais para comparação.

REFERÊNCIAS

CHITOLINA, Cleber Roberto. ANTON, Fernando Menzel. **Dimensionamento e Fabricação de um Dispositivo para Ensaio de Charpy**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda. **Ensaios mecânicos de materiais**. IFSP. 2014. Disponível em: <www.engbrasil.eng.br/pp/em/aula12.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

CHITOLINA, Cleber Roberto; ANTON, Fernando Menzel; SEVERO, Ricardo Ferreira. **Dimensionamento do martelo de uma máquina de impacto de 50 joules utilizando a técnica Charpy**. FAHOR. 2013. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/dimensionamento_do_martelo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

MORAIS, Vinicius Souza; PAGLIOSA, Fabiano; BARBOSA, Fernando Montanare; PEREIRA, Mauro Conti; Vieira, Adriana Silveira. **Projeto e construção de uma máquina de ensaio Charpy para pequenas energias de impacto**. ABCM. 2011. Disponível em: <www.abcm.org.br/anais/creem/2011/tfp/12.pdf>. Acesso em: 11 out. 2015.

ESTUDO FITOQUÍMICO DAS FOLHAS DA *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt PARA PRODUÇÃO DO FITOCOSMÉTICO BLUSH ILUMINADOR.

Mariana de Melo Ferreira⁽¹⁾; Hanna Raiane Lobo Vieira⁽¹⁾, Maria Luiza da Silva Pereira⁽¹⁾ Maria Pêrpeta Oliveira Ramos⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. mariana.academico@gmail.com hannavzt@hotmail.com marialuizapereirab@outlook.com

⁽²⁾ Professora do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. perpetor@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt, pertence às famílias Bignoniaceae, conhecida como a família do Ipê, possui 120 gêneros com aproximadamente 800 espécies, sendo encontradas em sua maior parte, nas regiões tropicais e subtropicais e é popularmente conhecida como crajiru, pariri, crejer, cipó-cuz e chica. (ALVES et al., 2008).

De acordo com Corrêa (1884) esta espécie possui vários pigmentos como a bixina, genipina e derivados da cajurina, que produzem um corante vermelho-escuro usados para tingir uma variedade de fibras artesanais. O corante é utilizado pelos indígenas da região Amazônica na pintura corporal, para tingir enfeites, utensílios e vestuários, na arte, magia e até como método profilático contra picada de mosquitos. Grenard (1987) cita que as propriedades tintoriais da espécie são devidas a dois pigmentos flavônicos: a carajurina, que é o pigmento principal e a carajurona. A planta é usada na medicina popular no tratamento de dermatoses e impingens.

O fitocosmético, do grego *phyto* e *kosmein*, pode ser entendido como a preparação cosmética que contenha substância, sejam elas extratos e/ou óleos de origem vegetal (ISAAC et al., 2008a). Alguns exemplos de fitocosméticos que são utilizados para destacar a beleza das pessoas são: os blushs, os corretivos, as bases, os pós-faciais e os batons. Os blushs são indicados para realçar ou dar cor às maçãs do rosto, conferindo uma aparência saudável ao visual e corrigindo certas irregularidades da face (REBELLO, 2007).

O mercado na área de cosmetologia encontra-se em constante crescimento e os fitocosméticos são uma alternativa viável economicamente e eficazmente comprovados. Cada dia surgem mais novidades no setor de cosméticos e novos produtos são lançados, os profissionais envolvidos na área de indústria cosmetologia, sobretudo os engenheiros químicos, devem estar cada vez mais atualizados para atuarem com qualidade e segurança no campo dos produtos naturais.

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise de prospecção fitoquímica, desenvolver um fitocosmético das folhas da *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt. visando as propriedades farmacológicas encontradas nos metabolitos especiais identificados na planta e a seguir realizar uma análise de estabilidade preliminar do cosmético obtido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta da planta *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verlot foi feita no dia 26 de fevereiro de 2015, em uma residência localizada na rua Doutor Marcolino, no centro de Patos de Minas-MG. As folhas foram levadas à estufa do laboratório de Química Analítica do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, para que ocorresse a secagem a uma temperatura de 40°C por 48 horas. Após a secagem, o material foi triturado em liquidificador, simulando o moinho de facas até a obtenção do pó.

A planta seca foi submetida a extrações com etanol, clorofórmio e ácidos, conforme natureza dos metabolitos especiais a serem identificados. Após a filtração o extrato foi submetido a testes para identificação dos seguintes metabólitos secundários; Cumarinas- Teste de Keller-killiani e teste de identificação (lâmpada UV); Alcaloides- Testes de Dragendorff, Mayer e Bertand; Flavonoides- Testes Shinoda, Cloreto de Alumínio e Pew; Triterpenos- Teste Liebermann-Burchard; Saponinas-Testes da espuma, Rossol, e Komarovisk; Óleos essenciais- Cromatografia; Quinonas/Antraquinonas- Bornträger direta e com prévia hidrólise ácido; Taninos-Cloreto férrico 10% e o teste de precipitação em gelatina incolor; Glicosídeos cardiotônicos- Liebermann- Burchard e Keller-killiani e o de resinas: pelo extrato hidro alcoólico seguido de filtração adição de água e aquecimento.

No desenvolvimento do fitocosmético, foi proposta uma formulação de blush iluminador. Os componentes utilizados foram talco, pigmento bronze médio, pigmento bronze alto e Extrato de *Arrabidaea chica*, cujo suas concentrações foram proporcionalmente calculadas. Para a determinação da estabilidade preliminar foram avaliados os parâmetros: características organolépticas, perda por dessecação, densidade aparente não compactada, ângulo de repouso e densidade compactada, durante 12 dias, analisando a cada dois dias estes parâmetros, totalizando em seis ciclos. Aplicou-se metodologia proposta pela Farmacopéia Americana (USP, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos testes realizados em laboratório, obteve-se resultado positivo para cumarinas, flavonoides, saponinas, triterpenos, óleos essenciais, quinonas, resinas e glicosídeos cardiotônicos e negativo apenas para alcaloides, saponinas e taninos.

As cumarinas apresentam atividades antioxidante, inibidora da agregação plaquetária e anti-inflamatória, protetores dos tecido cutanêo. (RUIVO,2012).

Nos flavonoides, destacam-se a capacidade antioxidativa, atividades anti-inflamatória, ação antialérgica, atividade contra o desenvolvimento de tumores, bem como ações antimicrobianas e antivirais”. Lopes (2000, p19).

Os triterpenos, segundo Soldi (2007, p. 14) diz que são compostos caracterizados por exibir atividades antioxidante, antialérgica, anti-inflamatória, antitumoral, antibacteriana, antinociceptiva, gastroprotectiva, hepatoprotectiva e cardioprotectiva.

Os óleos essenciais, apresentam atividade antirradical livre contra radicais alquila, e em menor grau, contra o ânion superóxido. O efeito é observado especialmente nas membranas lipídicas, preservando-as dos danos produzidos pelo estresse oxidativo, considerado a principal causa do envelhecimento. (ALCÂNTARA,2010)

Para resinas, Oliveira (2010, p.7) diz que “as resinas cicatrizam as feridas da planta, matam insetos e fungos, e permitem que a planta elimine acetatos desnecessários.” Nos glicosídeos cardiotônicos, obteve-se resultado positivo com o aparecimento de um anel castanho avermelhado no primeiro teste e no segundo uma coloração castanha.

Alves (2008) mostra em seus estudos em *Arrabidaea chica*, o resultado de testes positivos para antraquinonas, esteroides, triterpenos, flavonoides, saponinas e taninos, divergindo de alguns resultados obtidos neste trabalho, podendo ser justificado pela diferença de região ou metodologia utilizada.

Para os testes de estabilidade de *Arrabiadea Chica* foram avaliados o teor de umidade, densidade aparente não compactada, densidade compactada e ângulo de repouso, Farmacopéia Americana (USP, 2006).

Os resultados obtidos na realização dos testes de controle de qualidade do blush iluminador, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado dos testes de controle de qualidade do blush iluminador pelo extrato de *Arrabidaea chica*.

| Testes | Resultados (Média) |
|-----------------------------------|---|
| Teor de Umidade | 0,25% |
| Densidade aparente não compactada | 0,198% 0,098% |
| Densidade Compactada | (500-750) - 0,198% (750-1250) - 0,098% |
| Ângulo de Repouso | 34,80 ° |

Fonte: Dados do Autor (2015)

Os resultados demonstraram satisfatórios na aplicação do desenvolvimento dos testes e avaliação do fitocosmético. Levando em consideração as comparações de médias por amostra padrão ou valores obtidos por metodologias adotadas.

De forma sucinta, o primeiro passo nesta etapa foi analisar as características do produto que pode ser percebida com os sentidos humanos, cujo são a visão, audição, olfato, paladar e o tato, através do teste organoléptico. Os resultados foram positivo para todos.

Realizou-se o teor de umidade. Para a formulação proposta à umidade é de grande relevância, visto que a mesma é um produto que precisa estar com pequena quantidade de água. Obtiveram-se bons resultados, indicando uma qualidade do fitocosmético.

Para uma melhor avaliação do fluxo, realizaram-se os testes de densidade aparente não compactada e densidade compactada, uma vez que quanto mais arredondadas são as partículas do produto, menor presença de ar presente na mistura, proporcionando um melhor rolamento e conseqüentemente um bom escoamento. Observaram-se resultados positivos quanto a estes testes. Por fim, o teste de ângulo de repouso concretizou a boa aderência do produto, proporcionando um resultado positivo e satisfatório para as análise do blush iluminador.

4. CONCLUSÕES

- (i) Foram identificados em *Arrabidaea Chica*, cumarinas, flavonoides, saponinas, triterpenos, óleos essenciais e quinonas, sendo resinas e glicosídeos cardiotônicos, identificados pela primeira vez na espécie;
- (ii) Foi possível produzir o fitocosmético blush iluminador veiculado ao extrato de; sendo a formulação apresenta propriedade satisfatória em relação aos testes realizados, principalmente no que tange aos aspectos organolépticos, teores, e umidade;
- (iii) É perspectivo as presenças das características tecnológicas adequadas para produção em larga escala, entretanto, serão necessárias avaliações mais específicas para assegurar a qualidade da preparação de comercialização.

REFERÊNCIAS

ANVISA (Brasil) (Ed.). **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos: Uma Abordagem sobre os Ensaio Físicos e Químicos**. 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/material/guia_cosmetico.pdf>. Acesso em: 16 set. 2015

ALVES, Mauro Sérgio Marques et al. **Análise farmacognóstica das folhas de Arrabidaea chica (Humb. & Bonpl.) B. Verlt., Bignoniaceae**. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2010000200013. Acesso em: 13/11/2015

ARAÚJO, Vanessa Fernandes de et al. **Plantas da Amazônia para Produção Cosmética**. 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br/jsui/bitstream/2011/1860/1/Dissertacao_CaracterizacaoFarmacognosticaQuimica.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

GARCIA, Ariane Quilles Rocha; PEREIRA, Tamires Cristina Borgomani; DIAS, Iara Lúcia Tescarollo. **Estudo das propriedades de fluxo no desenvolvimento de paracetamol pó veiculado em sachê**. 2012. Disponível em: <<http://www.rbfarma.org.br/files/rbf-2012-93-4-12.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO COMPORTAMENTO DE FILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS CONTENDO CAL HIDRATADA

Heitor Otacílio Nogueira Altino⁽¹⁾; Jordana Benfica Silva⁽²⁾, Abel da Silva Cruvinel⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

heitor.engquimica@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

jordana.academico@gmail.com

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. de Patos de Minas – UNIPAM. abelsc@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a preocupação a respeito da disposição final de resíduos químicos tem aumentado significativamente, tanto por parte das indústrias químicas quanto das instituições acadêmicas e órgãos governamentais (PASCHOALINO *et al.*, 2006).

Efluentes provenientes da construção civil, como resíduos de marmoraria são caracterizados pela presença de cal hidratada, que tem sua composição variável de acordo com a cal virgem de origem. Apresentando partículas de hidróxido de cálcio puro, coloração branca e cristalizando-se com forma hexagonal, em placas lamelares ou prismas (LANA, 2005).

Para a definição do processo de tratamento dos efluentes industriais são testadas e utilizadas diversas operações unitárias. Dentre elas destaca-se a filtração, processo de passagem de uma mistura sólido-líquido através de um meio poroso (filtro), que retém os sólidos em suspensão conforme a capacidade do filtro e permitindo a passagem da fase líquida (SILVA, 2012).

O sistema de filtro prensa funciona de forma intermitente, sendo esta solução é introduzida em câmaras, onde mantas filtrantes estão alojadas. Por meio de aplicação de pressões diferenciais, inicia-se a compressão do material sobre o meio filtrante, fazendo com que o filtrado seja removido, formando-se na câmara uma mistura com teor elevado de sólidos, usualmente denominada de torta (ANDREOLI, 2001). Algumas vantagens desse filtro são: grande área filtrante por unidade de área de implementação, vazamentos são detectados facilmente, manutenção simplificada e econômica devido a sua construção simples. Além da possibilidade de aumentar ou diminuir elementos do filtro para variar sua capacidade (GOMIDE, 1980).

O presente trabalho teve o objetivo estudar a influência da pressão no comportamento da filtração de uma solução de cal hidratada por filtro prensa, além de determinar os parâmetros característicos das tortas formadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Química (LEQ) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Para a realização dos testes de filtração, preparou-se 80 L de solução a 50 g.L⁻¹, por meio de peneiramento de Cal Prata[®] Hidratada (CH1) em tamis de 16 mesh, pesagem em balança Gehaka[®] BG 1000, dissolução em dois tanques de 40 L de água destilada e homogeneização. Os testes de filtração foram conduzidos em um filtro prensa UFSCar composto por: Placa/Quadro com tela Remae[®] (REF-2073-TC)/Placa nas pressões de: 5, 10, 15, 20 e 25 psi, onde se mensurou o volume de filtrado por tempo. Após cada teste de filtração, mediu-se a espessura da torta em 5 pontos por paquímetro digital MTX[®] Caliber. Já a umidade foi aferida em estufa a 90°C por 24 h.

Através dos dados de volume de filtrado por tempo foi possível determinar a resistência média da torta ($\langle \alpha \rangle$) e a resistência do meio filtrante (R_m) por meio da equação geral da filtração (Equação 1) (MASSARANI, 2001).

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu_F}{A\Delta p} \left[\frac{\langle \alpha \rangle V \rho_F C}{A} + R_m \right], \quad \langle \alpha \rangle = f(\Delta p) \quad (1)$$

Onde t é o tempo (s), V é o volume (L), μ_F é a viscosidade dinâmica (poise), ρ_F é a massa específica (g.cm⁻³), C é a concentração do sólido suspenso (g.g⁻¹), A é a área do filtro e Δp é a queda de pressão. Conforme Massarani (1985) *apud* Araújo (2010) e Gontarski *et al.* (2011), a pressão de filtração se apresenta como um fator decisivo na qualidade do filtrado, sendo possível estabelecer a influência da queda de pressão na resistência da torta por meio da Equação 2 e no meio filtrante pela Equação 3.

$$\langle \alpha \rangle = \alpha_0 \Delta p^s \quad (2)$$

$$R_m = \frac{R_{m0}}{A} \Delta p^m \quad (3)$$

Onde m é o coeficiente de entupimento do meio filtrante (u.a.), R_{m0} a resistência do meio filtrante na fase inicial da filtração (m.Pa⁻¹), s o coeficiente de compressibilidade da torta (u.a.) e α_0 a resistência da torta na fase inicial da filtração (m.kg⁻¹.Pa⁻¹).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta influência da pressão de filtração nas características da torta e do filtrado. Quanto a espessura, o aumento da pressão elevou a quantidade torta formada no filtro, acrescentando a espessura de torta. Em relação ao volume de filtrado, ocorreu uma diminuição com a pressão, ou seja, a torta se formou maneira mais veloz em altas pressões impedindo passagem de afluente, resultando em um volume menor de filtrado.

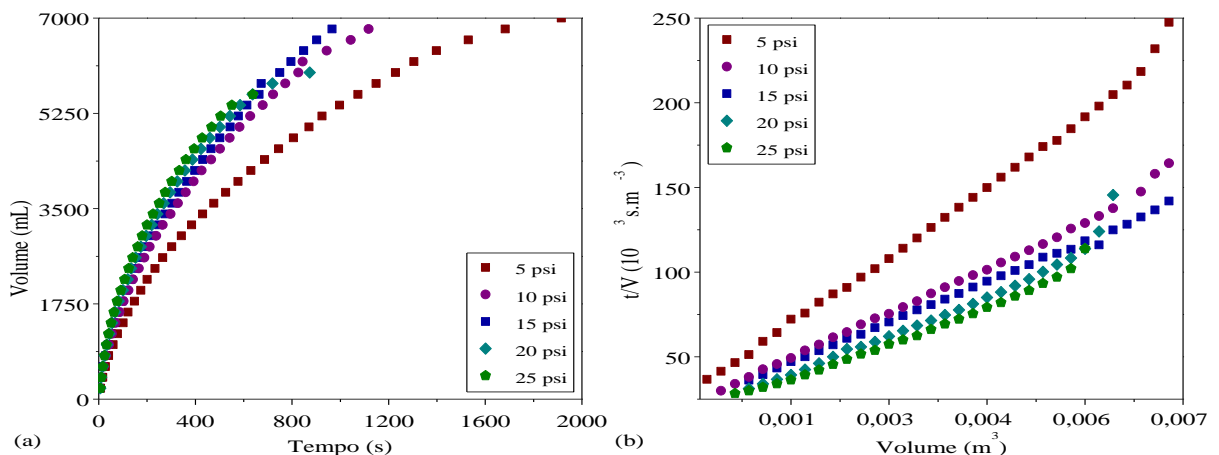
Tabela 1 – Influência da pressão de filtração nas características da torta e do filtrado.

| Parâmetros | 5 psi | 10 psi | 15 psi | 20 psi | 25 psi |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Espessura da torta (m) | 0,0181 | 0,0190 | 0,0197 | 0,0203 | 0,0209 |
| Volume de filtrado (m ³) | 7,0000 | 6,8000 | 6,8000 | 6,0000 | 5,6000 |
| Umidade (%) | 45,1622 | 43,7984 | 41,4006 | 40,8954 | 40,5688 |

Notou-se ainda uma diminuição na umidade final da torta com a pressão até 20 psi, a partir de onde um novo aumento resultou em uma pequena diminuição da umidade final. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que o aumento de pressão induz a saída de água da torta, todavia em 20 psi alcançou-se o limite de retirada máxima de água.

Na Figura 1 são apresentadas as influências da pressão nos perfis de taxa de filtração, onde nota-se o aumento da inclinação das curvas com o aumento da pressão e uma diminuição na quantidade final de filtrado. Aplicando-se Regressões Lineares (RL) nas retas da Figura 1 (b), obtém-se as os parâmetros $\langle \alpha \rangle$ e R_m , como exposto na Tabela 2.

Figura 1 – Influência da pressão nas taxas de filtração (a). Taxas linearizadas de filtração (b).

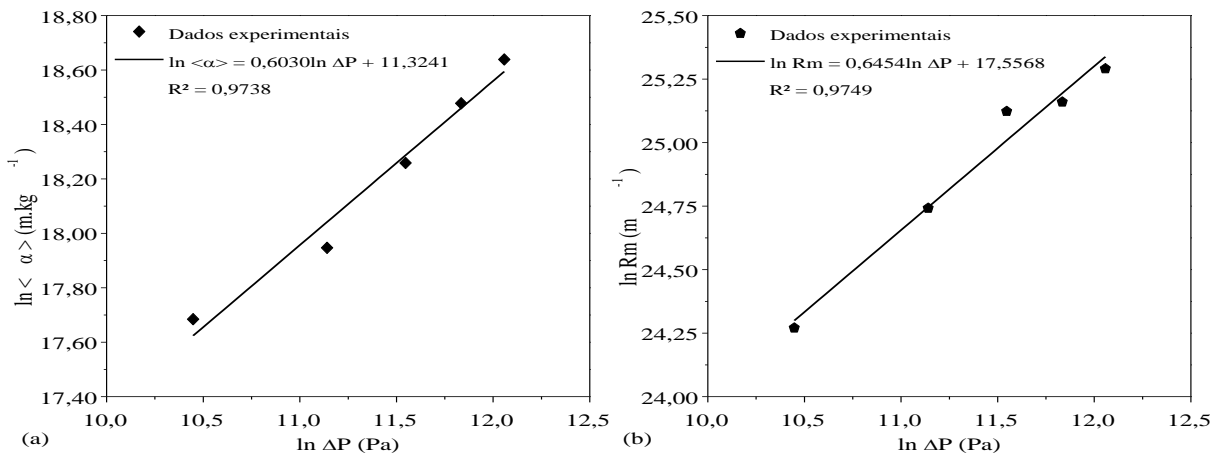


Esboçou-se os dados descritos na Tabela 2 de forma logarítmica na Figura 2, a partir da qual lançou-se mão novamente de RL para determinação de: m , R_{m0} e α_0 . Obtendo-se s igual a 0,6030 u.a., α_0 de 82.791,9340 $\text{m.kg}^{-1}.\text{Pa}^{-1}$, m de 0,6454 u.a. e R_{m0} de 1.315.168,2377 m.Pa^{-1} .

Tabela 2 – Influência da pressão nos parâmetros R_m e α .

| P (psi) | Equação linear | R^2 | $R_m (\text{m}^{-1})$ | $\langle \alpha \rangle (\text{m.kg}^{-1})$ |
|---------|------------------------------------|--------|-----------------------|---|
| 5 | $t/V = 29.028.127,76V + 28.754,43$ | 0,9992 | 34.711.228.753,24 | 47.890.230,01 |
| 10 | $t/V = 18.869.127,84V + 23.049,36$ | 0,9997 | 55.648.563.683,96 | 62.260.086,51 |
| 15 | $t/V = 17.177.223,52V + 22.479,00$ | 0,9995 | 81.407.325.424,03 | 85.016.284,12 |
| 20 | $t/V = 16.045.619,37V + 17.500,75$ | 0,9988 | 84.504.875.313,00 | 105.887.421,83 |
| 25 | $t/V = 15.078.552,44V + 15.961,66$ | 0,9961 | 96.341.446.449,04 | 124.382.004,68 |

Figura 2 – Influência da pressão na $\langle \alpha \rangle$ (a). Influência da pressão na R_m (b).



Tais resultados são de fundamental importância para o *scale-up* de filtros-prensa visando o reaproveitamento de águas residuárias contendo cal hidratada e da torta resultante de filtração, a qual pode ser utilizada como aditivo na formulação de diversos tipos de cimento.

4. CONCLUSÕES

- (i) Foi possível descrever a influência da pressão no comportamento da filtração de uma solução de cal hidratada utilizando filtro prensa;
- (ii) Determinou-se os parâmetros característicos tanto da torta quanto dos fenômenos envolvidos na filtração, os quais poderão ser utilizados para o *scale-up* do processo.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento**: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: PROSAB, 2001.

ARAÚJO, C. A. O. de. **Estudo da filtração cruzada em geometria cilíndrica**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

GOMIDE, R. **Operações unitárias**: separações mecânicas. São Paulo: R. Gomide, 1980. 199 p.

GONTARSKI, C. A. U. *et al.* **Filtração**. Curitiba: UFPR, 2011. 31 p.

LANA, E. F. D. **Carbonatação da camada de cobertura do protótipo de concreto com cinza volante cal**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria, 2005.

MASSARANI, G. **Fluidodinâmica em sistemas particulados**. 2. ed. Rio de Janeiro: COPPE, 2001. 152 p.

PASCHOALINO, M. P. *et al.* Incorporação de CuSO_4 residual em argamassa, como método de disposição final. **Química Nova**, [S.l.], v. 29, n. 4, p. 699-703, jul. 2006.

SILVA, J. V. da. **Tratamento de efluentes da indústria de tintas através da reação de fenton associado ao processo de sedimentação**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

O PAPEL DO ENGENHEIRO QUÍMICO NO MERCADO DE TRABALHO GLOBALIZADO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO

Raphael Carlos Rosa Pereira⁽¹⁾; Eder Dias da Silva⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
contatoraphaelpereira@gmail.com.

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Mestre em Ensino de Física (PUC Minas) - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. atomicoeletrico@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a atuação do engenheiro químico é fundamental em todas as etapas, de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e na concepção de indústrias, bem como na operação e otimização do processo produtivo.

De acordo com Werthein (2000), as transformações em direção à tecnologia da informação e à flexibilidade de informações e modos de trabalho estão ganhando força não só nos países industrializados, como também em nações menos desenvolvidas. Dessa forma, vivemos na chamada “sociedade da informação” ou “sociedade do conhecimento”, definições que passaram a substituir o termo de “sociedade pós-industrial”.

Portanto, o engenheiro químico deve sempre se atentar às mudanças e na forma de trabalho exigida, nas novas tecnologias, na maior flexibilização de processos industriais e, sobretudo com o mundo globalizado em que há o encurtamento de distâncias e aumento da velocidade do fluxo de informações compartilhado entre as indústrias.

Este projeto tem como objetivo geral identificar qual o papel do engenheiro químico no mercado de trabalho em uma sociedade de constantes mudanças, apresentando o perfil que se espera para o futuro profissional, avaliando a viabilidade da confecção de um guia prático que terá como conteúdo: áreas de atuação do profissional da engenharia química, as exigências do mercado de trabalho globalizado para o futuro engenheiro e a importância do empreendedorismo na profissão, para que os graduandos se orientem no ambiente de trabalho e cheguem mais preparados ao mercado. A produção do guia prático, caso apoiada, será uma forma de auxiliar os futuros engenheiros a chegarem mais preparados e confiantes ao mercado de trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de analisar o nível de satisfação dos graduandos do curso de engenharia química do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM em relação às perspectivas que são apresentadas durante sua formação acadêmica, tanto sobre o mercado de trabalho na prática quanto às habilidades exigidas para o profissional globalizado na sociedade da informação e do conhecimento, foi aplicado um questionário seguindo a metodologia de Hill (2012).

As perguntas do questionário (quadro 1), tendo como base a literatura, foram quantitativas, fechadas e de avaliação, analisando alguns pontos gerais, entre eles: como o curso apresenta informações sobre o mercado de trabalho, a importância de ser um profissional multifuncional e se há conhecimento de todas as áreas de atuação do engenheiro químico.

Quadro 1 – Enunciados das questões respondidas pelos graduandos

| | |
|-----------|---|
| Questão 1 | Você conhece todas as áreas de atuação de um engenheiro químico e suas atividades dentro de cada uma delas? |
| Questão 2 | Qual seu grau de satisfação a respeito de como o curso de engenharia química do centro universitário de patos de minas apresenta aos alunos informações sobre o mercado de trabalho e suas exigências? |
| Questão 3 | Com a globalização, o mercado passou a exigir muito mais de seus colaboradores. Em sua opinião, qual a importância de ser um profissional multifuncional? |
| Questão 4 | Como o empreendedorismo influencia a vida do engenheiro químico, desde a criação de novos produtos e marcas, até a otimização de processos sendo um profissional constantemente atualizado? |
| Questão 5 | Qual seu nível de domínio da língua estrangeira para interação pessoal / profissional? |
| Questão 6 | Se houvesse um guia prático para o futuro engenheiro químico, apresentando as áreas de atuação e as exigências do mercado globalizado, baseado na rotina e no mercado de trabalho de engenheiros mais experientes, qual seria seu grau de satisfação? |

Fonte: Elaborado pelo autor.

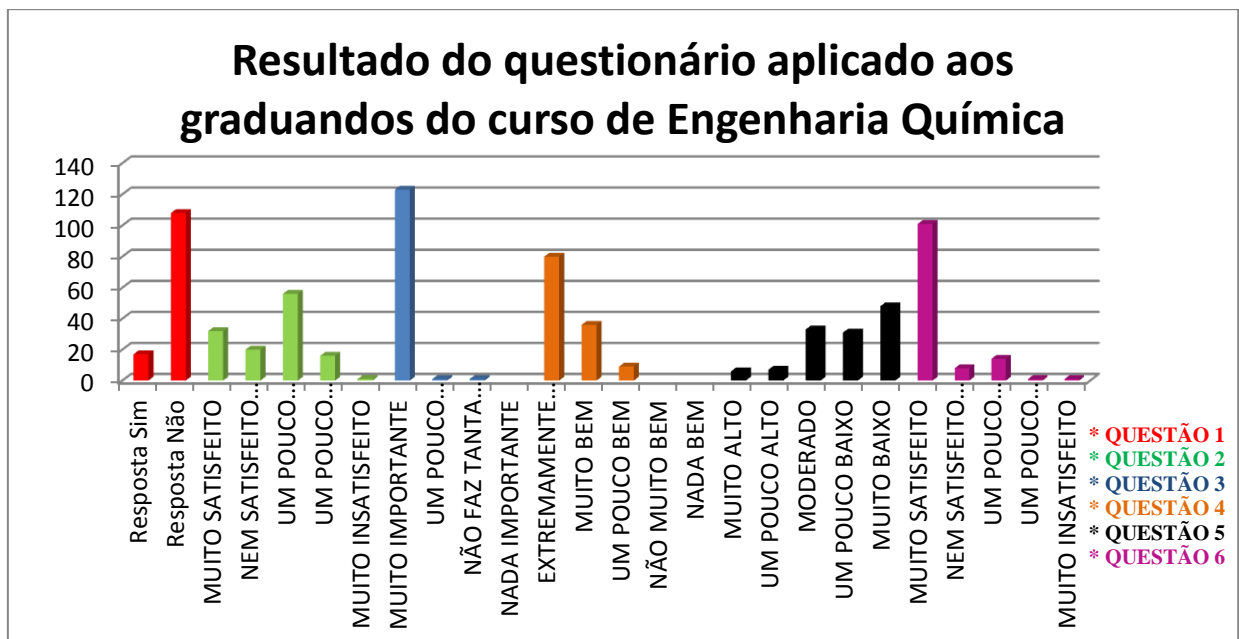
O questionário foi elaborado e aplicado nas salas de aula do curso de Engenharia Química do UNIPAM entre os dias 16 e 26 de agosto de 2016 e teve boa aceitação dos graduandos, totalizando 125 participantes. Além disso, foi elaborado um segundo questionário a ser aplicado aos professores do curso de Engenharia Química a fim de comparar as respostas de acordo com os interesses em comum e as perspectivas sobre o mercado de trabalho.

O questionário respondido pelos professores foi tanto quantitativo quanto qualitativo, pois foi pedido a eles para que justificassem cada resposta. Os dados foram coletados no período de 2 a 26 de setembro de 2016 e foram obtidas as respostas de oito participantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação dos questionários em sala de aula, foi realizado um levantamento de dados e a elaboração de gráficos de acordo com cada questão. A figura 1 apresenta o aspecto geral da pesquisa levando-se em conta as respostas dos graduandos.

Figura 1- Resultados do questionário aplicado aos graduandos do curso de Engenharia Química



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio dos dados tabulados na questão um, foi possível analisar que no primeiro ano da graduação os alunos estão mais bem informados e atentos ao mercado de trabalho, pois 12% dos participantes já sabem as áreas em que o engenheiro químico poderá atuar. Por outro lado entre os alunos do último período, apenas 9% conhecem o mercado de trabalho de uma forma mais ampla. Levando em consideração essa análise, há um ponto negativo quando consideramos que ao longo do curso não há desenvolvimento significativo do conhecimento sobre o mercado de trabalho.

Com os dados referentes à segunda questão, foi possível inferir que a maioria dos alunos do curso de engenharia química se sentem satisfeitos com a forma com que o curso lhes apresenta o mercado de trabalho, porém não totalmente. Em dados tem-se que dos 125 alunos que responderam o questionário, apenas 25,6% se sentem muito satisfeitos, enquanto os que não se sentem totalmente satisfeitos somam 44,8% do total de pesquisados.



A questão de número três foi bem homogênea, pois 98,4% dos pesquisados entende que é muito importante ser um profissional multifuncional no mundo moderno.

De acordo com a questão quatro, observa-se que a maioria dos pesquisados também acredita que o empreendedorismo seja fundamental para a vida de um engenheiro químico, pois 64% do total de alunos opinaram que o empreendedorismo influencia extremamente bem e 28,8% responderam que influencia muito bem. Para Filion (1999), o profissional empreendedor é aquele que é criativo, marcado pela capacidade de estabelecer e atingir objetivos, que mantém alto nível de consciência do ambiente em que vive, usando-a para detectar oportunidades.

Baseado nos dados da questão cinco foi observado que o nível de domínio de língua estrangeira em todos os períodos de graduação é muito baixo. Dos 125 participantes, apenas seis responderam ter um nível muito alto de língua estrangeira, totalizando 4,8% e sete alunos responderam que o domínio de outra língua é um pouco alto. Por outro lado, o que preocupa é a quantia de respostas “um pouco baixo” e “muito baixo”, que juntas somam 63,5% do total de participantes.

A questão seis foi importante para confecção futura do guia, pois 92% dos alunos apoiaram o projeto, o que motiva a produção de um guia com conteúdo de alto nível.

Analisando as respostas dos professores quanto à satisfação em relação à criação do guia prático, 87% responderam ficar muito satisfeitos, com justificativa de que o guia auxiliaria na formação acadêmica dos alunos e atuaria em conjunto com o corpo docente.

4. CONCLUSÕES

(i) Os alunos do curso de Engenharia Química do UNIPAM ainda se sentem insatisfeitos com a forma com que o curso lhes apresenta informações sobre o mercado de trabalho.

(ii) O nível de conhecimento de língua estrangeira dos graduandos é muito baixo e precisa ser melhorado para atender as exigências do mundo globalizado.

(iii) A confecção do guia prático foi apoiada por 92% dos alunos e 87% dos professores questionados.

(iii) O engenheiro químico deve ser empreendedor, hábil para resolução de problemas, trabalhar em equipe e tomar iniciativas, atualizar-se às novas tecnologias e ser cada vez mais multifuncional.



5. REFERÊNCIAS

FILION, Louis Jacques. Empreendedorismo: empreendedores e proprietários-gerentes de pequenos negócios. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 34, n. 2, p.5-28, jun. 1999.

HILL, Manuela Magalhães; HILL, Andrew. **Investigação Por Questionário**. 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2012. 377 p.

WERTHEIN, Jorge. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, p.71-77, maio/ago. 2000.



PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA CASCA DO FRUTO E DA SEMENTE DA *Magonia pubescens* A. ST.-HIL.

Amanda Silva Oliveira⁽¹⁾, Arnaldo Ferreira Ribeiro Júnior⁽¹⁾, Bruna Lane Malkut⁽¹⁾, Fábio Gramani Saliba Júnior⁽¹⁾ e Maria Perpétua Oliveira Ramos⁽²⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
asoinfo10@gmail.com.

⁽²⁾Professor do curso de Engenharia - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
perpetor@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O uso de derivados de plantas como componentes das formulações cosméticas, de acordo com especialistas possui diversos aspectos positivos, o mais citado refere-se à biodiversidade brasileira. Outro ponto a favor da categoria está associado a uma postura “politicamente correta” (PACHIONE).

A *Magonia pubescens* da família das Sapindáceas, conhecida popularmente por tinguí (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS) é uma planta típica do cerrado de porte médio para alto, cujos frutos são castanhas marrons (JONH, 2012). Com ocorrência nos estados de Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Piauí, São Paulo e Tocantins. Floresce em agosto-setembro, a maturação dos frutos ocorre em agosto-setembro, quase simultaneamente com a nova florada (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

Neste estudo realizaram-se análises na casca do fruto e na semente do Tinguí, com a finalidade de identificar a presença de metabólitos especiais, que possam ser utilizados em fitocosméticos.

2. MATERIAL E MÉTODOS



A coleta das amostras foi feita em 27 de março de 2016 em Urucuia na Fazenda Oliveira, posteriormente levadas ao Laboratório de Química do Centro Universitário de Patos de Minas para secagem em estufa.

Para a identificação de alcalóides, colocou-se 2 g da amostra com 20 mL de H₂SO₄ para aquecer e filtrou-se. Adicionou-se HCl e filtrou-se. Colocou-se em tubos de ensaio e adicionaram-se os reagentes de Dragendorff e Mayer.

Para a identificação de resinas preparou-se dois extratos; o primeiro foi preparado com 1 g da amostra com etanol, e o segundo com água quente. Foram realizados dois testes com água como reagente precipitante.

Para a identificação de quinonas, realizou-se a extração com 5 g da planta em estudo com 50 mL de etanol e filtrado com auxílio de algodão. Posteriormente no primeiro teste, o extrato foi tratado com metanol e clorofórmio e para a identificação NaOH. No segundo teste a amostra foi tratada com etanol e exposta a vapores amoníacos.

Para a identificação de flavonóides, preparou-se o extrato em banho-maria com 1 g da amostra juntamente com 10 mL de EtOH, e à partir dele foram realizadas três reações: Taubouk e Pew.

Para identificação de triterpenos e esteróides pesou-se 2 g da amostra e promoveu-se a extração com éter de petróleo. Após, realizou-se o teste de Liebermann-Burchard.

Para a identificação dos óleos essenciais, preparou-se o extrato com hexano e acetona (80:20). Adicionados anidro acético e H₂SO₄, Posteriormente foram feitos testes que se baseiam em cromatografia em placa, onde se borrifou anisaldeído sulfúrico.

Para a identificação de taninos, foram realizados dois testes; o de cloreto férrico 10%, onde a amostra foi pesada e diluída em metanol e água destilada. Filtrou-se a solução e adicionou no filtrado algumas gotas de cloreto férrico. No segundo teste com gelatina incolor, pesou-se 50 g de cloreto de sódio e diluiu-se com água destilada. Colocou-se uma folha de gelatina incolor, enquanto, aqueceu-se a amostra com água destilada. A solução foi filtrada e a seguir acrescentou-se a solução de gelatina.



Para a identificação de cumarinas, foi preparado o extrato com etanol com medições de 2 mL do extrato com 3 alíquotas de éter etílico. Foram colocados em banho-maria para reduzir o extrato e adicionaram 0,5 mL de metanol. Posteriormente foram gotejadas gotas do extrato em um papel filtro e uma gota de hidróxido de potássio que foi exposto a radiações ultravioletas.

A identificação de ácido ascórbico foi feita por titulação, pelo método direto e método de titulação de retorno.

Para a identificação de saponinas, foram pesados 2 g da amostra e juntamente com 10 mL de água destilada foi colocada a solução para aquecimento. Agitou-se periodicamente, e foi realizada a medida da altura da espuma. Posteriormente foi realizada a extração genérica da saponina com a adição de água, HCl e 1 g da amostra, posteriormente filtrados e adicionado 50 mL de clorofórmio. Posteriormente levado a tratamento a solução em banho-maria para redução do volume. Realizaram-se os testes de Rossol. Rosenthalene Komarovisk a partir do extrato para identificação de saponinas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o processamento e análise do extrato de *Magonia pubescens* A. ST.-HIL., foi possível observar a presença na casca do fruto de flavonoides, alcaloides, taninos, óleos essenciais, saponinas e cumarinas, na semente resinas, flavonoides, taninos, cumarinas.

Preparações à base de plantas que contêm taninos são usadas para parar pequeno sangramento local, dor na boca, bronquite, queimaduras, feridas na pele, feridas e outros. Os taninos são considerados antioxidantes, e previne o aparecimento de doenças degenerativas, tais como o cancro e as doenças cardiovasculares.

O uso dos óleos essenciais é bastante popular nas áreas farmacêutica, terapêutica e cosmética, como analgésico. No campo da cosmética, eles servem para perfumar produtos como xampus, sabonetes, cremes entre outros, e também estão presentes em dose moderada em produtos de cuidados.

As cumarinas podem atuar com, anti-inflamatório, antimicrobiano, antipirético, broncodilatador, inseticida e vasodilatador.

O principal uso terapêutico dos alcaloides é como sedativo, no caso da morfina.



As saponinas tem sido de interesse farmacêutico, como adjuvante em formulações, componentes ativos em drogas vegetais, ou ainda, como matéria-prima para a síntese de esteróides.

Os flavonoides possuem propriedades importantes tais como anticarcinogênico, antiinflamatório, antialérgico, antiulcerogênico, antivirais entre outros (SIMÕES *et al.*, 2000).

Os resultados encontrados para a casca do fruto e da semente foram comparados com os resultados de Oliveira (2013), que analisou a fitoquímica da casca do caule.

Quadro 1 – Comparativo de resultados fito químico entre casca do fruto e a semente:

| <i>Metabólitos</i> | <i>Casca do fruto</i> | <i>Semente</i> | <i>Oliveira (2013)^[1]</i> |
|------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|
| Alcalóides | + | - | + |
| Resinas | - | + | - |
| Flavonóides | + | + | + |
| Quinonas | - | - | - |
| Triterpenos/Esteroides | - | - | - |
| Óleos essenciais | + | - | - |
| Taninos | + | + | + |
| Cumarinas | + | + | - |
| Ácido Ascórbico | - | - | - |
| Saponinas | - | - | + |

(+) Resultado positivo, (-) Resultado negativo

[1] FITOQUÍMICA DA CASCA DO CAULE DE *Magonia pubescens* (SAPINDACEAE) OCORRENTE EM MONTES CLAROS – MG. Oliveira, Daiane M. (2013).

4. CONCLUSÃO

(i) A ausência de algumas classes, pode ser justificada pela variação do tipo de solo, temperatura, época do ano e horários da coleta.

(ii) A partir dos resultados encontrados com a planta Tinguí (alcaloides, flavonoides, taninos e cumarinas), é possível produzir creme para manchas, shampoos e sabonetes.



REFERÊNCIAS

FLORES DO CERRADO. Disponível em: <http://www.floresdocerrado.fot.br/pantanal/f43.htm>. Acesso em 10/05/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Tingui do Cerrado - Magonia pubescens – Semente. Disponível em: <http://ibflorestas.org.br/loja/sementes/semente-tingui-do-cerrado.html>. Acesso em 10/05/2016.

JOHN, Liana. Do Cerrado, contra a dengue. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/biodiversa/2012/08/>. Acesso em 10/05/2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Bioma Cerrado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 10/05/2016.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE PLANTAS MEDICINAIS. Estudo Fitoquímico. Disponível em: <http://www.neplame.univasf.edu.br/fitoquiaceutemica.html>. Acesso em: 10/05/2016

OLIVEIRA, Daiane M.; ROYO, Vanessa A.; MERCADANTE-SIMÕES, Maria O. Fitoquímica da casca do caule de Magonia Pubescens (Sapindaceae) ocorrente em Montes Claros – MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64., 2013

PACHIONE, Renata. Fitocosmética: Indústria avança em direção ao cosmético verde. Disponível em: <http://www.quimica.com.br/fitocosmetica-industria-avanca-em-direcao-ao-cosmetico-verde/>. Acesso em: 10 maio 2016.

WWF. Cerrado. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_cerrado/. Acesso em: 10/06/2016.

TRIAGEM FITOQUÍMICA DA FOLHA DO MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)

Andressa Siqueira Xavier⁽¹⁾, Douglas Fonseca Galvão⁽²⁾, Eduardo Porto Magalhães⁽³⁾, Tainah Satiko Tsuge Garcia⁽⁴⁾, Maria Perpétua Oliveira Ramos⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
andressasqx@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
douglasgalvao.eq@hotmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
eduardoportol2@hotmail.com

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
tainah.garcia@outlook.com

⁽⁵⁾ Professora do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
perpetor@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O estudo das plantas medicinais vem ganhando um espaço de destaque nos últimos anos. Esse crescimento se dá pela necessidade da busca de novas substâncias que possam prevenir tratar ou curar doenças, como também para produção de medicamento e cosméticos naturais e menos agressivos para a saúde humana (SANTOS et al., 2012).

Dentro desse contexto, a pesquisa fitoquímica tem por objetivo conhecer os constituintes químicos das espécies vegetais ou avaliar sua presença nos mesmos. Os estudos fitoquímicos abrangem a utilização de vegetais para obtenção ou desenvolvimento de medicamentos, ou seja, como fonte de matéria prima farmacêutica, a descoberta de substâncias ativas de plantas como protótipo de fármacos, bem como o desenvolvimento de fitoterápicos (SIMÕES, 2001). Com base nisso, realizou-se a triagem fitoquímica nas folhas do maracujá nativo de roxo (*Passiflora edulis* Sims), para comparação dos metabólitos secundários encontrados em ambos, e sua posterior utilização em cosméticos, com base nas atividades farmacológicas associadas aos metabólitos detectados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi coletado duas amostras de maracujá distintas para serem analisados os metabólitos secundários, ambas na cidade de Patos de Minas-MG. As amostras foram coletadas dentro dos parâmetros para diminuir os riscos de erros experimentais. Depois de coletadas, as amostras foram levadas ao laboratório de Química Orgânica do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

As amostras passaram por uma seleção, onde caules, flores e quaisquer outras partes da planta além da folha, foram descartados. Para melhores resultados, as folhas foram secas em estufa a

temperatura de 40°C por 12 horas, para total desidratação. Triturou-se, obtendo o extrato para a triagem fitoquímica.

Para identificação de alcaloides, adicionou-se 2 g da amostra seca a 20 mL de HCL, sob aquecimento. Filtrou-se e alcalinizou-se a solução controlando o pH. Extraíu-se com clorofórmio e redissolveu-se com HCL. Acrescentou-se o reagente de Dragendorff, Mayer e Bertrand, a presença do precipitado vermelho alaranjado indica a presença do metabolito.

Para taninos, foram feitos dois testes, no primeiro pesou-se a amostra e diluiu-se com metano e água destilada. Filtrou-se a solução e adicionou-se o filtrado de 1 a 2 gotas de cloreto férrico a 10%. No outro, pesou-se 50 g de cloreto de sódio e diluiu-se com água destilada. Filtrou-se a solução com o acréscimo da gelatina. O precipitado branco evidencia a presença de taninos.

Para saponinas adicionou-se 2 mL do extrato a 5mL de água fervente. Esfriou-se e agitou-se vigorosamente, deixando em repouso por 20 min. A espuma persistente após o repouso, evidencia o metabolito saponina.

Os triterpenos e esteroides foram identificados com a adição de 2g da amostra em 50 mL de éter de petróleo deixando em repouso por 7 dias. O mesmo procedimento foi feito com etanol. Em seguida filtraram-se ambos os extratos.

Adicionou-se ao extrato 2 mL de clorofórmio para dissolução, realizou-se a filtração e acrescentou-se 2 mL do mesmo ao anidrido acético e 3 gotas de ácido sulfúrico PA, pelas paredes do tubo. A coloração vermelha afirma a presença do metabólito.

Para identificação das quinonas, colocou-se 2 mL da solução e adicionou-se 5 mL de clorofórmio sob agitação. Deixou-se em repouso por 15 min, em seguida recolheu-se a fase clorofórmica e dividiu-a em dois tubos. No primeiro, adicionou-se 1 mL de NaOH 5 %. No segundo adicionou-se 1 mL da solução de acetato de magnésio a 5% em metanol. A coloração roxa evidencia a presença de quinonas.

A identificação de flavonoides foi feita com 2 mL do extrato, acrescentando alguns fragmentos de Mg, agregando pelas paredes do tubo algumas gotas de HCL diluído.

Os demais testes não foram encontrados na planta em estudo. A coloração vermelha evidencia a presença de flavonoides.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises fitoquímicas feitas com o extrato de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, foi possível identificar a presença dos metabólitos: flavonoides, alcaloides, cumarinas, saponinas, taninos, triterpenos e esteróides.

A presença de flavonoides verificada através dos testes apresenta atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticarcinogênicas, antialérgicas, antitumorais, antiulcerogênico e antivirais. A ingestão desse metabólito está associada à longevidade e à redução na incidência de doenças cardiovasculares (PEREIRA, R. J., 2012).

Os alcaloides, compostos nitrogenados, possuem propriedades analgésicas, antipiréticos específicos, simpaticomiméticos, antimalárico, antiespasmódico, estimulante e anestésico local, miorelaxante, estimulante da contração uterina, antiarrítmico e para tratamento de gota.

As cumarinas, lactonas do ácido o-hidroxicinâmico, são heterosídeos e possuem em sua composição atividades vasodilatadoras, antitrombótica, relaxante, anticoagulante, fungicida, espasmolítica, e anti-HIV.

Para as saponinas obtemos propriedades anti-inflamatórias, anestésicas, umectantes, antivirais, antiexudativas, antidematosas, utilizada também no tratamento de feridas e queimaduras, além de possuírem propriedades antifúngicas, atuando no rompimento da membrana celular de macroorganismos (TAIZ, L. & ZEIGER, E.; apud OLIVEIRA, A. L.S. & FIGUEIREDO, A. D. L.).

Os taninos, substâncias fenólicas, podem ser coerentes com o uso de anti-inflamatórios, cicatrizantes, para tratamento de problemas de rins e estômago, possui atividades adstringentes, antiulcerogênico, bem como antioxidantes, antissépticos, além de atuarem como sequestradora de radicais livres e na formação de complexos com íons metálicos.

Triterpenos e esteroides também encontrados no maracujá possuem propriedades responsáveis por funções no organismo como antiviral, anti-inflamatória, antimicrobiana, antiespermatogênica e controle metabólico, muito utilizado no desempenho físico de atletas.

De acordo com SOZO (2014), foi possível observar a concordância dos resultados obtidos com a triagem fitoquímica feita com o maracujá, tendo em comum os metabólitos alcaloides, flavonoides e saponinas.

Figura 1 - Comparativo de resultados fito químico

| Metabólitos | Reagente | Maracujá Nativo | Maracujá Roxo |
|--------------------------|---|-----------------|---------------|
| Flavonoides | UV | + | + |
| Alcalóides | Mayer, Dragendorff | + | + |
| Saponinas | Acido mineral diluido | + | + |
| Esteroides E Triterpenos | Lieberman-Burchard | + | + |
| Cumarinas | UV | + | + |
| Óleos Essenciais | A. Sulfúrico | - | - |
| Quinonas | Vapores amoníacos | - | - |
| Taninos | Reativo de Stiasny | + | + |
| Resinas | Etanol | - | - |
| Acido Ascórbico | Titulação Na ₂ S ₂ O ₃ | - | - |

Os testes deram os mesmos resultados para ambos os maracujás, nativo e roxo, (Figura 1), portanto podem ser usados simultaneamente para o preparo de cosméticos com os metabólitos resultantes.

4. CONCLUSÕES

- (i) Propriedades farmacológicas semelhantes na folha do maracujá roxo e nativo;
- (ii) A folha do maracujá pode ser utilizada na fabricação de espumas de barbear, loções pós-barba, creme rejuvenescedor para rosto, gel anti-inflamatório entre outros, devido a presença de ações biológicas dos metabólitos secundários encontrados;
- (iii) Os metabólitos mais evidentes nas folhas de maracujá foram alcaloides e flavonoides, podendo ser utilizadas na produção de cosméticos.

REFERÊNCIAS

- BAGETTA, G. et al. Neuropharmacology of the essential oil of bergamot. *Fitoterapia*, v. 81, n. 6, p. 453-61, Sep 2010. ISSN 0367-326X. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X10000171>
- BESSA, T.; TERRONES, M. G. H.; SANTOS, D. Q.. Avaliação fitotóxica e identificação de metabólitos secundários da raiz de *Cenchrus echinatus*. Faculdade de Química UFU, 2007.
- OLIVEIRA, A. L.S. & FIGUEIREDO, A. D. L. Prospecção Fitoquímica das Folhas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae-Mimosoidae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 384-386, jul. 2007.
- PEREIRA, R. J e CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. Palmas, TO: Universidade Federal do Tocantins, 2012.
- SANTOS, T. G.; REBELO, R. A.; DALMARCO, E. M.; GUEDES, A.; GASPER, A. L.; CRUZ, A. B.; SCHMIT, A. P.; CRUZ, R. C. B.; STEINDEL, M.; NUNES, R. K.. Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Piper malacophyllum* (C. PRESL.) C. DC. *Quim. Nova*, v. 35, n. 3, 2012;
- SIMÕES, C. M. O. et. al *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3 ed. Porto Alegre: Ed. Da UFSC, 2001
- Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Ensino: Cumarinas. Disponível em <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/cumarinas.html>. Acesso em: 20 jun.2016.
- SOUZA, C.D. & FELFILI, J.M. 2006. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 20(1): 135-142.
- SOZO, J. S.. Perfis de metabólitos secundários e atividade antioxidante de frutos, sementes e calos cultivados in vitro DE *Passiflora setacea* E *Passiflora tenuifila* (Passifloraceae). Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 1991. Surface protection and secondary metabolites defense compounds. In: Taiz, L. & E. Zeiger (eds.). 1991. *Plant Physiology*. Califórnia: Cummins company, p.318- 345.

VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DE LEVEDURA NO PROCESSO FERMENTATIVO EM MICRO CERVEJARIAS

Rafael Boaventura Silva Martins⁽¹⁾; Fernando Dias da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

rafael.martins@patense.com.br.

⁽²⁾Professor do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo e também uma das mais populares, perdendo somente para água e chá. (NELSON, 2005). Provavelmente, neste momento, vários copos de ales, latas de lagers e garrafas de weizenbier estão sendo consumidas ao redor do mundo, sem seus degustadores imaginarem como um produto feito de cereais maltados, lúpulo, levedura e água, foram pensados e desenvolvidos para terem o gosto, textura, cor e aroma que possuem. Cervejeiros artesanais pensam em tudo isto a cada gole de uma boa cerveja, pensam na história, na matéria prima, no processo produtivo, fazendo de tudo isso uma arte, que ha milênios domina as papilas gustativas de adoradores em torno do mundo.

De acordo com White e Zainasheff (2010, p. 5), “alguns historiadores acreditam que a civilização se desenvolveu a partir do desejo de se beber cerveja. Eles especulam que a transição de caçadores nômades para agricultores e do início das civilizações, se teve com o objetivo do cultivo de cereais para a fabricação de cerveja”.

As leveduras, são de extrema importância no processo cervejeiro, seja em grande escala ou em pequena escala. Para uma boa cerveja, necessita-se de uma excelência em técnicas de criação, manipulação e inoculação destes minúsculos seres vivos que fazem nosso estilo de vida melhor.

Por se fazer tão importante na produção de uma boa cerveja, a levedura é tratada como um segredo nas grandes cervejarias, onde cepas estão sendo usadas há anos e produzindo excelentes cervejas, através de equipamentos e tecnologias não disponíveis para pequenos produtores artesanais. Então, como um cervejeiro artesanal ou uma micro cervejaria poderia manter uma cepa por várias gerações, seja para economizar ou para produzir melhores cervejas?

O objetivo deste trabalho é a criação de uma cerveja usando métodos artesanais, utilizando a mesma levedura por duas bateladas, avaliando o processo produtivo e a manipulação da levedura através de testes físico-químicos e sensoriais, além é claro, da viabilidade financeira de tais técnicas. Será realizada também a aceitação ao paladar da cerveja a partir de um teste cego, com as duas cervejas com gerações diferentes da levedura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Com o auxílio do programa Beer Smith, foi proposta a criação da cerveja: uma Hefe Weiss com laranja lima. Optou-se por este tipo de cerveja, pelo fato do baixo teor alcoólico apresentado pela mesma, resultar em uma recuperação maior das leveduras. Foram executadas duas brasagens utilizando o equipamento cervejeiro Cigarra Elétrica, que funciona no método australiano BIAB.

Figura 1 - Cigarra Elétrica



Fonte: Autoria própria, 2016

Ao final da primeira brasagem, inoculou-se 22 gramas da levedura seca WB-06 no fermentador cônico, local onde o mesmo ficou em atividade consumindo o açúcar e produzindo álcool e gás carbônico por uma semana, até que o mesmo foi expurgado, sendo descartado o início do processo que era formado por células mortas e coletado o restante que era células saudáveis e com viabilidade expressiva.

Com a levedura coletada, deu-se início a segunda brasagem da hefe Weiss. Ao final do processo foi inoculado pelo método de pesagem, a levedura coletada na primeira fermentação. Método este que define 1 milhão de células por ml de lama (WHITE; ZAINASHEFF, 2010). Para a inoculação, foram utilizados 150 ml de lama lavada, que teve a revitalização da levedura com um “*starter*” em um erlenmeyer de 2 litros. Após uma semana de fermentação primária, foi realizada uma nova coleta da levedura para futura utilização.

Figura 2 - Starter



Fonte: Autoria própria, 2016

Após prontas e carbonatadas, as cervejas foram levadas ao laboratório para análises de turbidez, cor, *pH* e sensoriais. Para o teste cego, foram selecionadas 20 pessoas, entre someliers, apreciadores e leigos em assuntos cervejeiros. Neste teste, as duas cervejas produzidas com a mesma levedura, adicionadas em duas taças diferentes, foram degustadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no processo produtivo ficou constatado que o ácido peracético utilizado na limpeza do equipamento foi muito eficaz, pois não houve contaminação em nenhuma das cervejas.



A assepsia dos jarros utilizados para coleta de leveduras feita em água efervescente por 10 minutos também foi eficaz, uma vez que as leveduras não apresentaram contaminação e nem mutação.

Com os produtos das duas levas acabados, as análises físico-químicas mostraram turbidez, coloração e *pH* praticamente idênticos e as análises sensoriais não acusou nenhum retro gosto indesejado e nenhum off flavor nas duas levas de cerveja.

Através do teste cego, foi obtido o seguinte resultado:

- 12 pessoas não notaram diferença nas duas cervejas.
- 6 pessoas preferiram a segunda leva da cerveja.
- 2 pessoas preferiram a primeira leva da cerveja.

Financeiramente, houve uma economia de 20% do valor de matéria prima com a reutilização da levedura no processo cervejeiro.

4. CONCLUSÕES

A reutilização da levedura permitiu:

- (i) otimizar a produção de cerveja caseira, mantendo um processo com qualidade e reduzindo seu custo em quantidade considerável;
- (ii) a cerveja com melhor aceitação no teste cego foi a fermentada com levedura re-inoculada, obtida após coleta na primeira fermentação.

REFERÊNCIAS

NELSON, M. **The Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe.** London and New York: Routledge, 2005.

WHITE, Chris; ZAINASHEFF, Jamil. **Yeast: The Practical Guide To Beer Fermentation.** Bolder, Colorado: Brewers Publication, 2010. 300 p.



FITORREMEDIAÇÃO DE METAIS PESADOS EM EFLUENTES UTILIZANDO *Portulaca oleracea*

Gabriel Duarte Ribeiro⁽¹⁾; Guilherme Oliveira Dias⁽²⁾, Lindolfo Neiva Gonçalves⁽³⁾, Thaís Rodrigues Costa⁽⁴⁾, Daniel Oliveira e Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
gabrio2022@gmail.com.

⁽²⁾Graduando em Engenharia química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
gvplos@yahoo.com.

⁽³⁾Graduando em Engenharia química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
lindolfoneiva@hotmail.com.

⁽⁴⁾Graduando em Engenharia química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
thaiscosta_92@hotmail.com.

⁽⁵⁾Professor do curso de Engenharia química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
danieloliveiraesilva@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Metais pesados são elementos químicos que possuem peso específico maior que 5 g/cm^3 ou número atômico maior que 20. Entretanto, o termo “metais pesados” é utilizado para elementos químicos que contaminam o meio ambiente, provocando diferentes danos à biota, podendo ser metais, semi-metais e mesmo não metais como o selênio (TSUTIYA,1999).

A fitorremediação é uma tecnologia onde se usa plantas para minimizar poluentes do meio ambiente. As plantas auxiliam na remoção de contaminantes como metais, pesticidas e até óleos do ambiente ou local degradado. Uma vez que as plantas removem estes contaminantes do ambiente, elas ajudam para que os mesmos não sejam transportados por vento e chuva, não deixando acontecer a dispersão do poluente para outras áreas. Portanto fitorremediação é o nome dado a tecnologia que utiliza plantas para limpar locais contaminados(DINARDI,2003). A Beldroega (*Portulaca oleracea L.*) pertence à família Portulacaceae, seu nome provém do latim “*portula*” que significa pequena porta, referindo-se a maneira como a cápsula se abre, o “*oleracea*” refere-se à sua utilização como legume. Esta, sendo uma planta anual, de 20 a 40 centímetros, de crescimento rápido, rasteira com folhas espessas, carnudas e com flores amareladas com cinco pétalas, encontrada em todo o território brasileiro (STACI,2002). É uma planta subcosmopolita, estando presente em todos os continentes; provavelmente naturalizada na América do Norte. Sua colheita ocorre principalmente no verão e primavera, sendo uma planta de estações chuvosas devidas sua alta necessidade de água e sua capacidade



de absorção. É considerada uma erva daninha, pois se encontra à beira de estradas, campos cultivados e hortas (Md,2014).

O vigente trabalho visa construção de um biofiltro aeróbio e partir do mesmo, o plantio da beldroega, planta que possui alto potencial de absorção de fluidos em camada de solo argiloso, brita e areia adequados à necessidade e eficiência. O objetivo é observar, relacionar e analisar dados de absorção de metais pesados pela *Portulaca oleracea* para verificar se seu uso é ou não recomendado para o tratamento deste efluente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto foi realizado no primeiro semestre de 2016 no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) e teve como objetivo a construção de um biofiltro utilizando *Portulaca oleracea*, na remoção de metais pesados em efluentes indústrias. O biofiltro experimental com formato de um paralelepípedo, utilizando um vidro de maior resistência (vidro de aquário ou blindex) com 0,5cm de espessura. Suas dimensões foram 55 cm de comprimento, 33 cm de altura e de 17 cm de largura.

O fundo do filtro foi equipado com um sistema composto por uma junção e, com auxílio de um joelho, estendendo-se pela parede externa do filtro até a zona da raiz tendo formato de sifão, para ter um melhor tempo de detenção do efluente. A primeira camada foi composta por areia com altura de 11 cm, seguido por brita, 14,66 cm; ambas previamente lavadas para não haver contaminação de componentes indesejados e com a finalidade de filtrar o resíduo. Em seguida, uma camada de solo argiloso com 7,30 cm para melhor absorção. Por último a planta, com as raízes completamente cobertas pelo solo.

A distribuição do efluente foi realizada manualmente uniformemente na parte superior (no solo) em contato com a zona das raízes. A quantidade de plantas foi de acordo com a área superficial do biofiltro, onde o espaçamento entre as plantas foram os mesmos.

Por tratar-se de efluente com presença de metal pesado, a caracterização inicial foi importante para conhecer as características do resíduo e para poder comparar o desempenho de absorção na planta. Para a preparação do efluente foi utilizados padrões iniciais de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu) e níquel (Ni) ambos com concentração de 1000 mg/L. Em seguida foi preparado diluições, onde pipetou-se 5ml da solução padrão de cádmio, cromo, cobre, níquel e 25mL da solução padrão de chumbo em um balão e completado para



1000 mL. Após a diluição se obtém a concentração final do suposto efluente, cádmio, cromo, cobre e níquel com 5mg/L e chumbo com 25mg/L.

As frequências de coleta das amostras foram em períodos de 24 horas, para avaliar o desempenho da planta. Após a coleta do resíduo, os mesmos foram armazenados e passaram por aberturas em meio ácido para caracterização do efluente após o tratamento.

Para a abertura das amostras recolhidas foram pipetado em um béquer de 250mL as seguinte quantidade e reagente respectivamente: 5mL da amostra, 10mL de ácido nítrico concentrado, 10mL de peróxido de hidrogênio e em seguido foram colocados em uma chapa de aquecimento a 90°C por aproximadamente 4 horas, onde por fim apresentou aspecto incolor.

Ao final do ciclo coletaram-se algumas plantas, onde foram previamente lavadas e levadas para estufa a 55°C por 24 horas ate obtenção da matéria seca, em seguida foram trituradas em almofariz. A abertura da mesma foi feita em meio ácido, onde foi pesado 1g da amostra seca e triturada em um béquer de 250mL, em seguida pipetado 10mL de ácido nítrico concentrado, 10mL de peróxido de hidrogênio e levado para aquecimento juntamente com as amostras de água(SOUSA; CAMPOS; ORLANDO, 2015).

Por ultimo, as amostras abertas passaram por leituras de metais pesado em espectrometria absorção atômicas para determinação quantitativa de metais presentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no experimento realizado utilizando biofiltro com *Portulaca oleracea* para o tratamento de efluente com presença de metais pesados, apresentou eficiência, pois se obteve absorção dos metais pesados, mesmo apresentando algumas complicações com a planta. A mesma teve alguns momentos de enfraquecimento provavelmente por estar em contato com os metais indesejáveis.

O tempo de detenção experimental do efluente e muito importante, pois a absorção dos metais acontece nesse intervalo de tempo. Para se definir esse intervalo calculou-se o volume e a vazão do filtro, encontrando um tempo de aproximadamente 724,285 minutos e vazão de 0,7 ml/minuto. Tais valores foram obtidos mediante acompanhamento de 6 ciclos consecutivos com intervalos de 24 horas.

A leitura das amostras coletadas após cada ciclo e da planta estão representados na (tabela 1).



| Amostra | Cd (mg/L) | Cr (mg/L) | Cu (mg/L) | Ni (mg/L) | Pb (mg/L) |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1ª Coleta | 0,037 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 2ª Coleta | 0,031 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 3ª Coleta | 0,040 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 4ª Coleta | 0,011 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 5ª Coleta | 0,047 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 6ª Coleta | 0,035 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Planta | 23,970 | 21,910 | 20,120 | 20,420 | 23,950 |

Apesar de não ter uma base literária para comparação de resultados, os testes obtiveram resultados finais satisfatórios, pois o propósito foi avaliar a capacidade de absorção da beldroega dos seguintes metais pesados cádmio, cobre, níquel, cromo e chumbo.

As amostras finais passaram por testes físico-químicos sendo que o teste de pH esta entre os resultados esperados de pH = 6,4.

4. CONCLUSÕES

- (i) A *Portulaca oleracea* pode ser usada na fitorremediação, pois apresentou uma boa capacidade de absorção de metais pesados;
- (ii) Dentre as classes biológicas de plantas, ela é indicada para um método de tratamento de efluentes com metais pesados;
- (iii) Uma sugestão para descarte da planta após o processo é utilização como biomassa.

REFERÊNCIAS

BYRNE, Roger; MCANDREWS, J. H.. Pre-Columbian purslane (*Portulaca oleracea* L) in the New World. **Nature: Letterstonature**. Us, p. 726-727. 27 fev. 1975. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v253/n5494/abs/253726a0.html>>. Acesso em: 28 maio 2016.

DINARDI, A. L. *et al.* (2003). **Fitorremediação**. II fórum de estudos contábeis. pp. 15.

NATURALTEC (Ed.). **Tratamento Biológico | Purificação de Água com Leito de Raízes**. Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/Tratamento-Agua-Reator-Biologico-Leito-Raizes.html>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

ROCHA, Filomena. Ervas de ontem e de hoje: Viagem ao Mundo fantástico das Alfaces, Alhos, Pepinos e Beldroegas. **Dia do Fascínio das Plantas - Ervas de ontem e de hoje**. 18 maio 2013 Mosteiro de Tibães, Braga, Portugal Disponível em:



<http://www.researchgate.net/profile/Filomena_Rocha/publication/268578102_Ervas_de_ontem_e_de_hoje_Via gem_ao_Mundo_fantstico_das_Alfaces_Alhos_Pepinos_e_Beldroegas/links/548d1e00cf214269f20e6c3.pdf>
Acesso em 28 maio 2016.

SOUSA, Rafael Arromba de; CAMPOS, Náira da Silva; ORLANDO, Ricardo. **PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE ELEMENTAR**. Juiz de Fora: Departamento de Química, Ufjf, 2015. 17 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. METAIS PESADOS: O PRINCIPAL FATOR LIMITANTE PARA O USO AGRÍCOLA DE BIOSÓLIDOS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 20, n. 140, p.753-761, ago. 1999.

TRATAMENTO DE METAIS PESADOS EM RESÍDUOS DA ANÁLISE DE DQO COM PRECIPITAÇÃO DOS METAIS PESADOS

Brenda Aparecida Ferreira⁽¹⁾, Gabriel Duarte Ribeiro⁽¹⁾, Guilherme Oliveira Dias⁽¹⁾, Lindolfo Neiva Gonçalves⁽¹⁾; Daniel Oliveira e Silva⁽²⁾

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

gabrio2022@gmail.com

⁽²⁾Professor do curso de Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.danieloliveiraesilva@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A demanda química de oxigênio (DQO) é um parâmetro global utilizado como indicador do conteúdo orgânico de águas residuais e superficiais, e bastante utilizados no monitoramento de estações de tratamento de efluentes líquidos. Embora a resolução CONAMA 357/05 não faça referência ao parâmetro DQO na classificação dos corpos d'água e nos padrões de lançamento de efluentes líquidos, algumas legislações ambientais estaduais estabelecem limites máximos para este parâmetro em seus padrões de lançamento. (Bertolino, S. M.; Carvalho, C. F.; Aquino, S. F-2008).

Segundo Zuccari, Granel e Leopoldo (2005), A técnica de colorimétrica é muito simples comparada a titulométrica, pois exige apenas a mistura do agente oxidante dicromato/ácido sulfúrico após algum tempo sob aquecimento e resfriamento natural realizar a medição de absorvância.

As substancias orgânicas e inorgânicas oxidáveis presentes na amostra, se oxidam mediante refluxo em solução fortemente ácida (H₂SO₄) com um excesso conhecido de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) em presença de sulfato de prata (AgSO₄) que atua como agente catalisador, e sulfato de mercúrio (HgSO₄) adicionado para remover a interferência dos cloretos. (Standart Methods. 1995)

Dado a alta quantidade de metais pesados necessária para desenvolvimento das análises da DQO, o presente projeto tem como objetivo a remoção dos mesmos, ajustando o descarte aos padrões empregados pela FEPAM.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

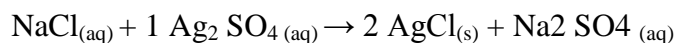
Os procedimentos realizaram-se no laboratório de química analítica do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) no primeiro semestre de 2016. A amostra de efluente para tratamento é armazenada em recipientes de vidro âmbar, para evitar a oxidação do Cr⁶⁺. Em

seguida, realiza-se a correção de pH da amostra para o mais próximo da neutralidade, para que posteriormente seja realizada a leitura do mesmo.

O processo para quantificação dos metais pesados dispostos na amostra, se realizou por ICP com os padrões de referência para Ag e Cr, com a concentração entre ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$ a 1 mg L^{-1}) e para os íons de Hg, com concentração de ($1 \mu\text{g L}^{-1}$ a $10 \mu\text{g L}^{-1}$). Após a caracterização do resíduo proveniente da análise de DQO, inicia-se a precipitação dos metais pesados.

A metodologia proposta baseia-se em reações de precipitação seletiva, o que permite uma separação física (sólido-líquido) eficiente do sólido gerado mediante uma etapa de filtração ou centrifugação. Para cada elemento (Ag, Hg e Cr) foram avaliados distintos agentes precipitantes, considerando o produto de solubilidade (K_{ps}) dos compostos formados. (Dallago, R. M. et al. 2008)

Os ensaios destinados à remoção de Ag e Hg foram conduzidos sem correção de pH. Adotando o procedimento descrito por Bendassolli et al. (2012) o procedimento utiliza como agente precipitante do íon de prata solução saturada de NaCl (200 g L^{-1}), ocorrendo a seguinte reação.



A baixa solubilidade do AgCl favorece a precipitação desse composto, permanecendo na fração sobrenadante outras impurezas, como o Hg⁺², cuja solubilidade elevada (69 g L^{-1} de HgCl₂) excede em cerca de 40 vezes a sua concentração teórica na solução residual. Deve-se ressaltar, entretanto, que a adição de excesso de NaCl pode solubilizar o precipitado, devido à formação de complexos entre o cloro e a prata (AgCl₂ - AgCl₃⁻², AgCl₄⁻³). (Bendassolli et al. 2012).

Para o ensaio conduzido com o íon cloreto como agente precipitante, após as etapas de precipitação remoção, o precipitado, composto pelos sais AgCl e Hg₂Cl₂, foi tratado com uma solução de NH₄OH 3 mol.L^{-1} visando a separação seletiva da Ag do Hg (Dallago, R. M. et al. 2008).

Para se garantir a eficiência do processo, efetuou-se nova adição de NaOH e as subsequentes etapas de lavagem. Por fim, a secagem foi realizada em estufa ventilada a $60 \text{ }^\circ\text{C}$. A eficiência da metodologia proposta foi avaliada, primeiramente, comparando-se a massa de Ag₂ produzida em relação à massa teórica possível de se obter. Em seguida, a qualidade do Ag₂O obtido foi aferido empregando-se esse composto recuperado e Ag₂O. (Bendassolli et al. 2012)

Para o ensaio conduzido com o íon cloreto como agente precipitante, após as etapas de precipitação o precipitado, composto pelos sais AgCl e Hg_2Cl_2 , foi tratado com uma solução de NH_4OH 3 mol.L⁻¹ visando a separação seletiva da Ag do Hg. (Dallago, R. M. et al. 2008) Após a reação de precipitação empregando íons cloreto, a solução resultante do processo de centrifugação foi submetida a uma nova etapa de precipitação empregando íons sulfeto. Todos os experimentos foram realizados em duplicata. A solução do segundo ensaio foi reservada para o experimento destinado à remoção de Cr.

Para a remoção do cromo presentes na solução, utiliza-se hidróxido de sódio (NaOH). Após o ensaio, o precipitado gerado $\text{Cr}(\text{OH})_3$ após a reação ocorrer em reator, separa-se o precipitado do sobrenadante por filtração, usando papel filtro quantitativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente resultante da análise de DQO apresenta-se como um líquido translúcido, amarelado e isento de sólidos em suspensão. A tabela 1 apresenta os resultados quanto ao pH e aos teores de prata, mercúrio e cromo, incluídos os valores estipulados pela legislação estadual (FEPAM).

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EFLUENTE DE ANÁLISE DE DQO

| Parâmetros | Resíduo de DQO Inicial (g/L) | Resíduo de DQO Final (g/L) | Legislação FEPAM |
|------------|------------------------------|----------------------------|------------------|
| pH | 0,320 | 7,000 | 6,800 |
| Hg | 2,164 | 0,067 | 0,100 |
| Ag | 4,253 | 0,017 | 0,010 |
| Cr | 3,535 | 0,035 | 0,500 |

Os valores obtidos para os parâmetros avaliados estão de acordo com as normas vigentes estaduais, exceto a prata que possui valor significativamente superior ao limite impossibilitando seu descarte direto, sem um tratamento prévio, nos corpos receptores e nas unidades de tratamento que empregam os chamados sistemas convencionais, baseados no uso de processos biológicos (Alves et al, 2005a, 2005b).

Diferentemente da prata, que quando em solução apresenta-se em um único estado de oxidação (+1), o mercúrio pode ser encontrado em dois estados de oxidação (+1 e +2), os

quais apresentam reatividades distintas frente aos agentes precipitantes avaliados. O Hg(I) conduzem à formação de compostos com baixa solubilidade com todos os agentes testados. Por sua vez, o Hg(II) somente apresenta reatividade frente aos íons iodeto e sulfeto (Vogel, 1981; Harris, 2001).

Neste contexto, as baixas capacidades de remoção observadas para os íons cloreto e brometo, em relação ao mercúrio, sugerem que este elemento encontra-se presente em solução nas formas oxidadas +1 e +2. Os percentuais de remoção de Hg observados para os ensaios conduzidos empregando os íons cloreto e brometo, de elevada reatividade para o Hg(I), sugerem que o mercúrio encontra-se preferencialmente no estado de oxidação +2. Já a prata, todos os agentes precipitantes avaliados proporcionaram remoção satisfatória (DAllago, R.M.et al.2008).

Segundo DAllago, R.M.et al.(2008) , após a etapa de remoção seletiva da prata e do mercúrio, o sobrenadante resultante foi submetido a uma etapa de precipitação visando à remoção dos íons $Cr_{(aq)}$ com adição de NaOH de caráter alcalino que conduzem á formação de hidróxidos.

4. CONCLUSÕES

- (i) Os resultados demonstrados neste experimento elucidam que é satisfatória a separação dos metais pesados presentes no efluente gerado na análise de DQO;
- (ii) Os resultados, em sua maioria, estão de acordo com a norma vigente estadual.
- (iii) Foi possível a recuperação dos metais Ag, Hg e Cr utilizando uma metodologia simples e confiável.

REFERÊNCIAS

ALVES, L.C. et al. *Potential treatment alternative for laboratory effluents*. Bioresource Technology, v.96, p. 1650-1657, 2005b.

EUGENE W. RICE (Estados Unidos da América). American Public Health Association (Ed.). **Standard methods for examination of water and wastewater:** for examination of water and wastewater. 22. ed. Washington Dc: Water Environment Federation, 2012. 8 v.

EXTRAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PRATA E MERCÚRIO EM EFLUENTES GERADOS NA DETERMINAÇÃO DE DQO EMPREGANDO MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS - Dallago, R. M. et al. Vol.13 - Nº 2 - abr/jun 2008, 121-125

FEPAM - PORTARIA Nº 05/89 – SSMA. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Disponível em www.fepam.gov.rs.br, acessada em maio de 2016.



PROCEDIMENTOS PARA RECUPERAÇÃO DE Ag DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E SÓLIDOS - José Albertino Bendassolli*, Glauco Arnold Tavares, Raquel de Fátima Ignoto e Alexsandra Luiza Rodrigues Molina Rosseti Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, CP 96, 13400-970 Piracicaba – SP

QUÍMICA, Sueli M. Bertolino; CARVALHO, Cornélio F.; AQUINO, Sérgio F.. **Caracterização e biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia dos esgotos produzidos em campus universitário**. Ouro Preto: Eng. Sanit. Ambient, 2008. 7 p.

ZUCCARI, Maria Lucia; GRANER, Celso Augusto Fessel; LEOPOLDO, Paulo Rodolfo. **Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo**. 2005. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Agrônomicas, Departamento de Química, Unesp, Botucatu, 2005. Cap. 4.



**APRIMORAMENTO DE ETE POR ADIÇÃO DE FILTRO PREENSA PARA
OBTENÇÃO DE UM VOLUME MAIOR DE ÁGUA TRATADA**
Gean Carlos Gonçalves Gomes⁽¹⁾, Jéssica Machado Amaral⁽²⁾, Alex Santana⁽³⁾, Jean Pablo⁽⁴⁾,
Daniel Oliveira e Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(gean_193@hotmail.com).

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. (jessica-
ma@hotmail.com.br).

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(alex_juniosg@hotmail.com.br).

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(jean_pablo.ptc@hotmail.com).

⁽⁵⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
(danielos@unipam.edu.br).

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a sobrevivência da espécie humana e, considerando que somente 0,02% da água existente é apropriada para o consumo, surge, então, a necessidade de sua preservação. Além de um bem essencial na natureza, sendo necessário a todos os processos básicos da vida. Apesar de ser um recurso natural encontrado em grande quantidade na superfície da Terra, o uso desordenado e a ação poluidora do homem estão provocando o seu esgotamento, havendo crescente necessidade de sua preservação (VITERBO, 1998).

Na indústria, a água é utilizada em muitos processos como matéria-prima, solvente de processos, meio de transporte, agente de limpeza, fonte de vapor, etc., e geralmente parte dessa água é devolvida para a natureza com dejetos, suja, sem condições de uso e, quando chega aos rios, está com alto poder contaminante, ocasionando a sua poluição. Segundo Sperling (2005) as características dos despejos industriais variam essencialmente pelo tipo da indústria e pelo tipo de processo industrial utilizado.

Existem parâmetros para o lançamento de efluentes regulados por resolução e leis específicas, tanto exigências de âmbito federal, quanto aquelas de âmbito estadual.

O Grupo Farroupilha atua no ramo de pesquisas e desenvolvimento de insumos biológicos, que demonstra respeito e importância às questões socioambientais, oferecendo soluções biológicas inovadoras com impacto econômico e ambiental positivos (FARROUPILHA, 2015). Todo o efluente não sanitário resultante do processo industrial realizado no laboratório

de Biocontrole passa por uma série de operações de tratamento e então é devolvido à rede de saneamento básico de patos de minas, já que o mesmo atende às normas estabelecidas para tal.

O presente trabalho tem por objetivo aperfeiçoar o processo de tratamento de efluente do Grupo Farroupilha incorporando um filtro prensa à (ETE) da empresa, de modo a aumentar o volume de água tratada que poderá ser reutilizada na própria empresa, além de analisar as tortas secas retidas no filtro, para verificar se o mesmo pode ser classificado como biossólido e utilizado como adubo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados inicialmente 5 litros do lodo de fundo decantado a partir do efluente gerado na empresa e 100 litros do próprio efluente nas condições de chegada à estação de tratamento, aos quais foram armazenados em galões, sendo um de capacidade de 5 litros para o lodo de fundo e dois galões de 50 litros cada, para o armazenamento do efluente. O lodo de fundo foi coletado para realizar o teste do meio filtrante da sua capacidade e eficiência.

O lodo de fundo foi inserido no filtro prensa através de uma mangueira ligada ao filtro por uma bomba, e tensionado por 4 placas filtrantes envoltas com tecido de fibra cortada REMAE, esse tensionamento foi realizado manualmente exercendo a pressão necessária para a filtração.

O efluente foi preparado para que houvesse a formação do lodo por decantação, dessa maneira, o volume de efluente coletado foi transferido para uma caixa d'água de 150 L e adicionada uma solução de 0,6 g/L de espessante, para isso foi usado o mesmo composto utilizado na empresa, sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3]$, como também a mesma proporção.

O mesmo procedimento de filtração foi realizado para os 100 litros do efluente. Devido a motivos externos, este segundo procedimento foi realizado em um filtro de menor escala, onde a pressão foi mantida a um valor médio de 15 psi, com tecido feito em multifilamento REMAE de menor mesh. As tortas retidas no filtro foram pesadas e transferidas para um leito de secagem.

A água obtida na filtração, passou por um processo de cloração, onde foram adicionados para cada litro de água 4 mg/L de solução de hipoclorito de sódio que, por meio da Resolução N.º

357, de 17 de março de 2005, estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes e qualidade da água (CONAMA).

Após a cloração a água passou por um processo de agitação contínua de 135 rotações por minuto durante 24 horas, na tentativa de remoção de odores e medição de pH.

A torta seca foi submetida a uma análise de macro e micronutrientes assim como de presença de metais pesados, realizada no laboratório CeFert – Centro de Análises de fertilidade do solo, no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de teste, usando apenas 5 litros de efluente, foram coletados 4 litros de filtrado, os quais não passaram por nenhum procedimento posterior, pois esta primeira filtragem tinha por objetivo apenas analisar a condição de filtragem do filtro prensa, sendo mais visados um bom tempo de filtragem e um certo grau de transparência e limpidez da água coletada ao final do processo. O tecido de fibra cortada, mostrou-se eficiente no papel de retenção do material, o qual foi retirado e pesado obtendo um valor de 419 gramas de torta seca.

A quantidade de água recuperada nesse segundo processo foi de aproximadamente 18 litros, desconsiderando perdas de líquido durante a coleta. A quantidade de torta obtida foi de aproximadamente 1,5 kg.

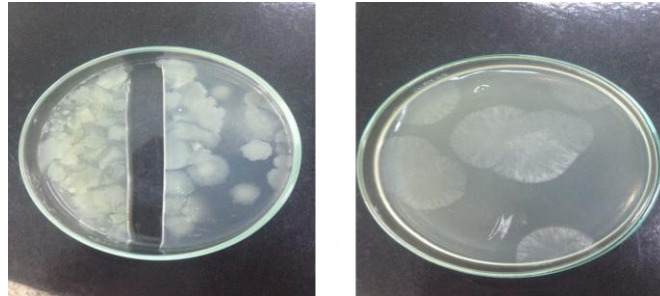
Embora o tecido usado tenha abertura de fio menor que a do primeiro procedimento, a água coletada após a filtragem exibiu um grau de turbidez um pouco mais elevado, o que possivelmente pode ser atribuído ao número de placas usadas, e a possível aplicação de uma pressão maior na filtragem.

Com a agitação contínua a análise organoléptica da água mostrou que a remoção do odor da água por agitação não foi eficiente, pois a água ainda apresentava um odor característico do efluente antes do tratamento. O pH da água não mostrou alterações comparados com o efluente final no tratamento da empresa Farroupilha, sendo o valor obtido na empresa de 6,99 a 7,0 e o valor encontrado no efluente resultante do filtro prensa após todos os procedimentos foi de 6,96.

A análise de agentes microbiológicos foi realizada no efluente após a coleta do filtro e no efluente após ser submetido a cloração e a agitação. Foi verificado no efluente sem o tratamento a presença dos mesmos agentes microbiológicos usados na produção dos insumos agrícolas do laboratório de

biocontrole. Na amostra onde foi realizada a cloração não foi observada a presença de atividade microbiana.

Figura 01 – Resultados da análise microbiológica.



Com o resultado dos testes realizado no lodo seco, foi possível identificar para macronutrientes a presença de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg). Para micronutrientes não foi encontrada nenhuma substância.

Quadro 01 - Concentração de macronutrientes presentes na amostra.

| | |
|----|--|
| K | 57,12 mg dm ⁻³ |
| Ca | 26,81 cmol _e dm ⁻³ |
| Mg | 12,19 cmol _e dm ⁻³ |

O teste para metais pesados foi realizado em espectrofotômetro de absorção atômica para as seguintes substâncias: Ni, Cr, Pb, Cd, Mn e Cu.

Foram encontrados no lodo apenas Pb na proporção de 8,4 mg.Kg⁻¹, Cd na proporção de 0,77 mg.Kg⁻¹ e Mn na proporção de 1,45 mg.Kg⁻¹.

As concentrações de metais na amostra de lodo seco estão de acordo com as permitidas segundo a CETESB. Assim, esse material possa ser aplicado como adubo agrícola sem nenhum risco de contaminação.

4. CONCLUSÕES

- (i) A cloração se mostrou eficiente na eliminação de microrganismos presentes no efluente, obtendo uma eficiência de 100%, pois nenhum microrganismo foi detectado nos testes.
- (ii) O sólido gerado na filtração possui nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, pode ser caracterizado como bio-sólido e utilizado como adubo.



- (iii) A quantidade de metais pesados encontrados estão dentro das normas estabelecidas pela CETESB.
- (iv) A implantação de um filtro prensa a ETE do laboratório de biocontrole FARROUPILHA é viável desde que ocorra o devido dimensionamento.

REFERÊNCIAS

CETESB. **Sistemas de aplicação de biossólidos e lodos de tratamentos biológicos em áreas de uso agrícola – critérios para projeto e operação.** Norma P 4.230. São Paulo, outubro de 1998.

CONAMA, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em:
<<http://www.grupofarroupilha.com/pt/empresa/laboratorio>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

FARROUPILHA. **Grupo Farroupilha.** Disponível em:
<<http://www.grupofarroupilha.com/pt/empresa/laboratorio>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuais.** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. [Belo Horizonte]: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

VITERBO JR, Ênio. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental:** Como implementar um Sistema de Gestão que atenda à norma ISO 14001 a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000. São Paulo: Aquariana, 1998.

ESTUDO FITOQUÍMICO DAS FOLHAS E DO CAULE DA *Davilla elliptica*
Jéssica Machado Amaral⁽¹⁾, Lorena dos Anjos Landim⁽²⁾, Renata Luciana Domingues⁽³⁾, Maria Perpétua Oliveira Ramos⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. (jessica-ma@hotmail.com.br).

⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. (lorenaalandim@gmail.com).

⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. (renatalucianad@gmail.com).

⁽⁴⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. (perpetor@unipam.edu.br).

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que o cerrado, dada sua complexidade vegetacional e diversidade de fisionomias, é um ambiente propício para o estudo de plantas medicinais. A planta em estudo é a *Davilla elliptica*, da família Dilleniaceae, que trata-se de uma árvore pequena que cresce no cerrado do Brasil, conhecida popularmente como lixeirinha, cipó-caboclo e pau-de-bugre. A mesma é utilizada como tônico, adstringente e laxante por algumas populações.

A família Dilleniaceae possui 12 gêneros e cerca de 310 espécies, compreendendo árvores, arbustos, subarbustos eretos ou escandentes, lianas lenhosas, raramente ervas (AYMARD, 1998). No Brasil, a maior riqueza de espécies de Dilleniaceae está na Mata Atlântica (36), seguida da região Amazônica (31) e do Cerrado (14), que sempre foi reconhecido como a região fitogeográfica típica para família, o que está relacionado à abundância e não à riqueza de espécies (FRAGA, 2009).

Metabólitos secundários são princípios ativos que fazem parte do metabolismo dos vegetais conferindo proteção para as plantas como, por exemplo, contra ataques de insetos e herbívoros e contra doenças. Os metabólitos secundários também possuem atividade biológica, oferecendo benefícios à saúde humana (OLIVEIRA SIMÕES, 2004).

Neste trabalho relata-se a obtenção do extrato da *Davilla elliptica* e realização de testes de identificação de metabólitos secundários, assim como realização de métodos cromatográficos para análise de seu perfil cromatográfico. Procedimentos feitos com o objetivo de conhecer os princípios ativos contidos na planta e verificar se os mesmos podem ser associados como responsáveis pelas propriedades medicinais pelas quais a planta é conhecida e comumente

utilizada, além da pretensão de conseguir isolar alguma substância ainda desconhecida ou não isolada na planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo, foram coletados folhas e caules da *Davilla elliptica*, numa região de cerrado próximo ao município de Patos de Minas-MG, em fevereiro de 2014.

Já no laboratório de química orgânica do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, a planta foi separada e suas melhores partes de folhas e caules foram selecionadas e levadas para a secagem.

Depois de a planta estar totalmente seca, a mesma foi triturada e pesada. Foram reservadas 20 gramas desta em um frasco para uso em posteriores testes e 177,75 gramas foram colocadas num frasco contendo clorofórmio.

Após uma semana, foi realizada uma filtração a vácuo onde o filtrado obtido continha duas fases, superior e inferior, onde a fase superior era menos densa e a inferior mais densa. Então, foi realizada uma rota-evaporação da fase inferior, mais densa, a fim de se remover o solvente (CHCl_3). O clorofórmio recuperado na rota-evaporação foi colocado de volta no frasco contendo a planta triturada para que o processo pudesse ser repetido de maneira a aumentar o rendimento do extrato ao máximo possível. Todos esses processos foram repetidos com intervalos de sete dias por cinco vezes.

A planta seca, depois de usada na obtenção do extrato clorofórmico passou a pesar 159,192 gramas.

Utilizando o peso da planta antes e após o processo de extração e relacionando estes com 4,5 gramas - que foi o peso real do extrato clorofórmico,- foi calculado o rendimento do mesmo.

Foram realizados no extrato clorofórmico da *Davilla elliptica* testes para identificação de metabólitos secundários, segundo (BARBOSA et al., 2004; MATOS, 1997). Foram realizados testes para alcaloides, cumarinas, quinonas, resinas, taninos, flavonoides, saponinas e triterpenos e/ou esteróis.

Após os testes foi feita uma cromatografia em camada delgada. Com as marcas observadas na placa, distância percorrida pela substância e pelo solvente, foi calculado o fator de retenção (R_f) segundo a fórmula:



$$R_f = \frac{\text{Distância percorrida pela substância}}{\text{Distância percorrida pela frente do solvente}}$$

Com o objetivo de isolar alguma substância contida na planta, foi montada uma coluna cromatográfica, utilizando 178 gramas de sílica gel 60-230 (230-400 mesh) da marca Vetec, e hexano como eluente inicial, os 4,5 gramas do extrato clorofórmico da *Davilla elliptica* foram solubilizados com clorofórmio, adicionados alguns gramas de sílica gel e levado a seguir a secagem. Por meio de agitação, obteve-se uma espécie de pasta que foi incorporada à coluna cromatográfica, (cc).

Usando hexano como eluente, iniciou-se o fracionamento da cc. Foram retiradas frações de 10 mL, partindo de hexano e aumentando a polaridade com clorofórmio a 5%, depois 10% e 20% até chegar a clorofórmio puro. A seguir a polaridade do solvente foi aumentada em 50% passando por acetato de etila até metanol.

As frações obtidas foram armazenadas em pequenos frascos que seguiam para evaporação do solvente. Após a evaporação total do solvente, cada fração era verificada e aquelas que apresentavam precipitado, eram cromatografadas em ccd e agrupadas segundo o seu perfil cromatográfico. Aquelas frações de apresentaram pequena massa e alta complexidade foram descartadas.

Foi possível através da análise dos testes de cromatografia em camada delgada, obter três grupos de substâncias com o mesmo perfil cromatográfico, sendo eles chamados de G₁, G₂ e G₃. Esses três grupos deveriam passar por nova coluna cromatográfica na tentativa de serem purificados, porém o tempo de execução do trabalho não foi suficiente.

Toda a sílica utilizada nos procedimentos foi recuperada, baseando-se (LOUREIRO, 1991–procedimento adaptado).

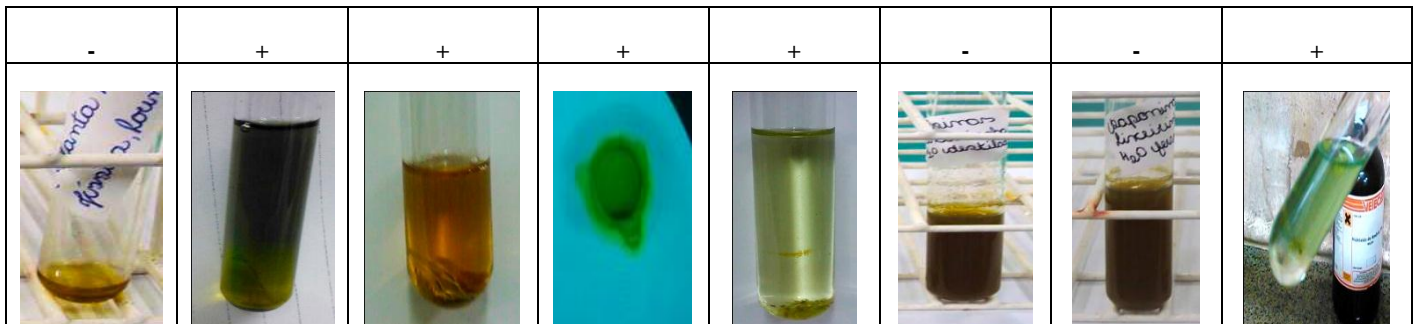
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das rota-evaporações realizadas com o extrato clorofórmico foram obtidos aproximadamente 4,5 gramas de extrato, de coloração bem escura.

Os resultados para os testes realizados podem ser observados no quadro a seguir.

Quadro 01 - Evidências dos testes de identificação de metabólitos secundários.

| | | | | | | | |
|------------|---------|-------------|-----------|----------|---------|-----------|----------------------------|
| Alcaloides | Taninos | Flavonoides | Cumarinas | Quinonas | Resinas | Saponinas | Triterpenos/ Esteroides |
|------------|---------|-------------|-----------|----------|---------|-----------|----------------------------|



Resultados similares foram obtidos por (JÁCOME *et al.*, 2005), que após avaliação fitoquímica, em extrato etanólico, foram encontrados esteróides e/ou triterpenos, cumarinas, heterosídeos flavônicos, polifenóis, taninos. As diferenças ocorridas se devem ao extrato utilizado e à localização geográfica da planta coletada, fato esse evidenciado pelo tipo de solo e a estação do ano.

O valor do peso teórico do extrato de 18,558 gramas, a partir deste calculou-se o rendimento que foi de aproximadamente 25%. Verifica-se uma reduzida eficiência da rota- evaporação, atribui-se tal resultado a algum erro na execução do procedimento experimental.

Os fatores de referência foram calculados através das placas de cromatografia. Os resultados mostraram que as substância ainda continham impurezas.

A purificação da sílica proporcionou um rendimento de 98,46%.

4. CONCLUSÃO

- (i) Foram identificados os princípios ativos: taninos, flavonoides, cumarinas, quinonas, triterpenos.
- (ii) O rendimento do extrato clorofórmico foi considerado baixo (24,248%), uma vez que houve a preocupação de desenvolver métodos que melhorassem esse valor.
- (iii) A purificação da sílica ocorreu como o almejado, já que recuperou-se 98,46% da mesma.

REFERÊNCIAS

AYMARD, G. 1998. **Dilleniaceae**. In Flora of the Venezuela Guayana (Berry, P., Holst, B. & Yatskiyck, K. Mis. Bot.Gard. St. Louis. (eds). 4: 671-685.



BARBOSA, Luiz Cláudio de Almeida. **Espectroscopia no infravermelho: na caracterização de compostos orgânicos**. Viçosa: UFV, 2007. 189 p.

FRAGA, C.N. 2009. Dilleniaceae. In: Giuliatti, A.M.; Rapini, A.; Andrade, M. J. G.; Queiroz, L.P. & Silva, M.J.C. (orgs.). **Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional**, Belo Horizonte. Pp. 159-160.

JÁCOME, R. L. R. P.; *et al.* **Estudo farmacognóstico comparativo das folhas de *Davilla elliptica* A. St.-Hil. e *D. rugosa* Poir., Dilleniaceae**. Belo Horizonte, 2005. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2010000300016&script=sci_arttext>. Acesso em 20/03/2014.

LOUREIRO, A. P.; SOUZA, J. A.; APARECIDO, D.; FERNANDES, J. B. 1991. **Recuperação de Sílica Gel: Nova Alternativa**. Química Nova v. 14, n. 2: 112.

MATOS, F. J. Abreu. **Introdução a fitoquímica experimental**. Fortaleza: UFC, 1988.128 p.

OLIVEIRA SIMÕES, C. M. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: UFSC, 2004. 1102 p.

PREDIÇÃO DE VISCOSIDADE DE ÓLEOS VEGETAIS VIA MÉTODOS DE CONTRIBUIÇÃO DE GRUPOS

Jéssica Machado Amaral⁽¹⁾, Sarah Arvelos⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. (jessica-ma@hotmail.com.br).

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. (saraha@unipam.edu.br).

1. INTRODUÇÃO

Um aumento significativo tem sido notado atualmente na demanda por óleos vegetais nas mais diversas áreas da engenharia. O conhecimento das propriedades termofísicas, dentre elas, a viscosidade, desempenha papel fundamental no projeto das várias etapas dos processos industriais seja de obtenção ou emprego dos óleos vegetais (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

Na literatura, encontram-se disponíveis alguns modelos de predição de propriedades, um exemplo passível de uso para predição da viscosidade de óleos vegetais é o tradicional método de Joback e Reid (1987). Trata-se de um método de contribuição de grupo genérico que pode ser utilizado para qualquer molécula. Neste método:

$$\eta \text{ (mPa s)} = M_w \exp \left[\frac{(\sum_{i=1}^{N_k} \eta_A - 597,82)}{T} + \sum_{i=1}^{N_k} \eta_B - 11,202 \right] \quad (1)$$

Ceriani *et al.* (2007) desenvolveram um modelo de estimativa de viscosidade (η) mostrando uma relação entre esta propriedade e a pressão de vapor de compostos graxos puros em função da temperatura. Neste modelo:

$$\ln(\eta \text{ (mPa s)}) = \sum_k N_k \left(A_{1k} + \frac{B_{1k}}{T} - C_{1k} \ln T - D_{1k} T \right) + \left[M_w \sum_k N_k \left(A_{2k} + \frac{B_{2k}}{T} - C_{2k} \ln T - D_{2k} T \right) \right] + Q \quad (2)$$

Nos modelos representados pelas equações (1) e (2), η_A , η_B , Q , A_{jk} , B_{jk} , C_{jk} , D_{jk} são parâmetros (com $j=1$ ou 2) e k igual ao número de grupos. M_w representa a massa molar, N_k o número de grupos e T a temperatura absoluta.

Como o óleo vegetal é uma mistura, a viscosidade (η_M) pode ser calculada através de uma regra de mistura simples em termos da fração molar (x_i) e do número de componentes (N_c):

$$\eta_M = \sum_{i=1}^{N_c} x_i \eta_i \quad (3)$$

O objetivo do presente trabalho é propor um novo modelo de predição de viscosidade para óleos vegetais baseando-se na teoria de Eyring (GLASSTONE *et al.*, 1941), além de compará-lo com dois modelos já existentes, sendo eles, o método de Joback e Reid (1987) e o modelo proposto por Ceriani *et al.* (2007).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Eyring desenvolveu um modelo para representação da viscosidade cinemática (η) que pode ser escrita como função da energia de Gibbs de ativação. Visto que energia livre de Gibbs de uma mistura, assim como a energia livre de ativação, pode ser considerada como uma combinação de uma parte ideal e de uma parte em excesso, tem-se para estimação da viscosidade de uma mistura:

$$\eta_M = \frac{1}{V} \exp\left[\sum_{i=1}^{Nc} x_i \ln(\eta_i V_i)\right] \exp\left(\frac{\sigma G^E}{RT}\right) \quad (4)$$

Nota-se na equação (4) que a viscosidade da mistura é função da viscosidade dos componentes puros, do volume da mistura (V), do volume dos componentes puros (V_i), da constante dos gases (R), de um parâmetro ajustável (σ) e da energia livre de Gibbs da mistura multicomponente (G^E). Assim, a equação não é viável para óleos vegetais devida escassez de dados na literatura. Partindo da observação de que a viscosidade de uma mistura tem duas contribuições preponderantes, parte ideal e parte em excesso, propõe-se a seguinte equação triparamétrica (A , B e C), em que a viscosidade é função do número de carbonos (N_{Carb}) e de hidrogênios (NH):

$$\eta_M = [A * \sum_{i=1}^{Nc} x_i N_{Carb}_i + B * \sum_{i=1}^{Nc} x_i NH_i] \exp\left(\frac{C}{T}\right) \quad (5)$$

Foi feita a identificação dos grupos funcionais presentes nas moléculas de interesse, que são os triglicerídeos de ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolênico (C18:3), gadoleico (C20:1) e erúico (C20:1) utilizando o NIST *databank* (NIST, 2016). Para regressão dos parâmetros da equação proposta, foi necessária a criação de um banco de dados experimentais consultados na literatura (BROCK, 2008). A Tabela 1 apresenta estes dados. Conhecidas as composições dos óleos (Carrín e Carelli, 2010; Hassan e Ahmed, 2012; Aransiola *et al.*, 2014, Barros, 2016)), foram tabuladas as informações sobre o número de carbonos e hidrogênios das substâncias em estudo. Os parâmetros do modelo proposto foram estimados.

Tabela 1 - Dados utilizados para obtenção dos parâmetros do modelo.

| T [°C] | Viscosidade em cP de óleos vegetais | | | | | | |
|--------|-------------------------------------|-------|----------|-------|---------|-------|--------|
| | Soja | milho | girassol | Arroz | algodão | oliva | Canola |
| 20 | 59 | 67,6 | 58,3 | 73,8 | 67,7 | 79,7 | 73,1 |
| 30 | 41,2 | 47,4 | 41,3 | 50,5 | 47,3 | 55,4 | 50,5 |
| 40 | 29,5 | 32,3 | 29,1 | 34,3 | 33,4 | 37,8 | 35,6 |
| 50 | 22,3 | 24,8 | 21,3 | 24,5 | 24,6 | 26,2 | 25,2 |
| 60 | 16,7 | 18,5 | 16,4 | 19,2 | 18 | 21,4 | 19,1 |
| 70 | 12,6 | 14 | 12,6 | 14,2 | 14 | 14,9 | 14,5 |

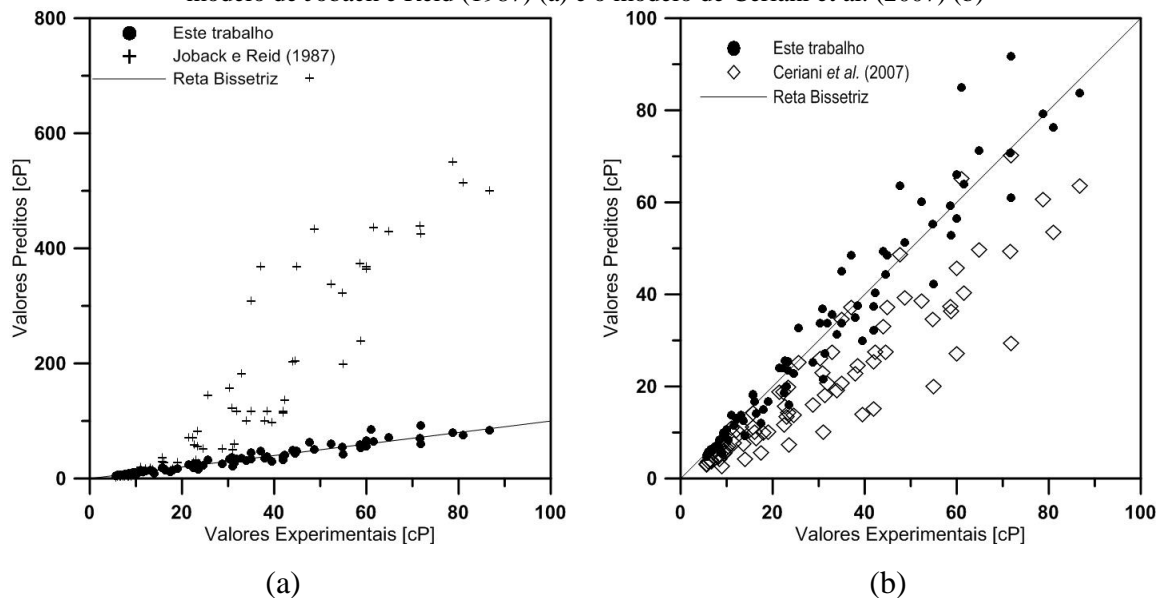
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação proposta apresentou um coeficiente de correlação de 0,9995 com a temperatura em Kelvin. Como o coeficiente de correlação é aproximadamente unitário, valores estimados e preditos passam pela reta bissetriz, indicando boa correlação.

$$\eta_M = [-1,51 * 10^{-4} * \sum_{i=1}^{Nc} x_i NCarb_i + 9,5 * 10^{-5} * \sum_{i=1}^N x_i NH_i] \exp\left(\frac{3262,97}{T}\right) \quad (7)$$

Para avaliação da capacidade preditiva deste modelo, foram avaliadas as viscosidades dos óleos de crambe, colza e coco, ricos em trierucina, trigadoleina e trilaurina e trimiristina que são triglicerídeos simples provenientes de ácidos graxos que não estavam nas espécies que foram contabilizadas na regressão. Além disso, foram utilizados dados de viscosidade de óleo de sementes de uva, amendoim e avelã. Os dados experimentais foram obtidos em Nouredini *et al.* (1992), Battaglini *et al.* (2010) e Kim *et al.* (2010). A Figura 1 sumariza os resultados obtidos.

Figura 1 - Comparação entre os valores experimentais e os preditos pelo modelo proposto neste trabalho e o modelo de Joback e Reid (1987) (a) e o modelo de Ceriani *et al.* (2007) (b)



Fonte: autoria própria

O modelo proposto apresentou a média dos desvios médios relativos menor que 6% para os 78 dados experimentais avaliados, enquanto que o modelo de Joback e Reid (1987) contabilizou esta média no valor de 67%. Já o modelo de Ceriani *et al.* (2007) apresentou desvio médio relativo de 33,78%. Os grandes desvios obtidos pelo método de Joback e Reid (1987) provavelmente se devem ao fato de que os parâmetros deste modelo foram obtidos a partir da estrutura de moléculas de pequenas cadeias, falhando, portanto, para moléculas de cadeias

longas. Quanto aos desvios apresentados pelo modelo de Ceriani *et al.* (2007), apesar dos autores utilizarem 118 dados experimentais para regressão dos parâmetros do modelo, os mesmos selecionaram dados referentes a triglicerídeos de no mínimo 21 carbonos na cadeia orgânica, não englobando, portanto, em sua regressão, óleos como os aqui estudados envolvendo ácidos graxos de 12 a 21 carbonos.

4. CONCLUSÃO

A equação mostrou-se apta para predição dos óleos vegetais na faixa de temperatura de 20 a 100°C tanto para óleos ricos em triglicerídeos provenientes de ácidos graxos saturados como os de cadeia longa.

REFERÊNCIAS

- ARANSIOLA, E. F., OJUMU, T. V., OYEKOLA, O. O., MADZIMBAMUTO, T. F., IKHU-OMOREGBE, D. I. O., 2014. A review of current technology for biodiesel production. **Biomass and bioenergy**, v. 61, 276-297.
- BARROS, K. S., 2016. **Modelagem do ponto crítico de misturas multicomponentes presentes na produção de biodiesel**. PPGEQ/UFU, Uberlândia-MG. (Dissertação de Mestrado), 108 p.
- BATTAGLINI, N. M. P., PINTAO, C. A. F., FREITAS NETO, A. H., ASCHERI, M. E., NICHATA, H. Y., 2010. **Medidas da viscosidade dos óleos de soja e de milho usando um sistema de agitação**. Anais do III Simpósio Intercâmbio Brasil – Japão em Sustentabilidade: Um Desafio da Humanidade, Campo Grande-MS.
- BROCK, J., NOGUEIRA, M. R., ZAKRZEWSKI, C.; CORAZZA, F. C., CORAZZA, M. L., OLIVEIRA, J. V. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, 564-570, 2008.
- CARRÍN, M. E.; CARELLI, A. A., 2010. Peanut oil: Compositional data. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.**, 112, 697-707
- CERIANI, R. *et al.* Group Contribution Model for Predicting Viscosity of Fatty Compounds. **J. Chem. Eng.**, 52, 965-972, 2007.
- CONCEIÇÃO, M. M., CANDEIA, R. A., DANTAS, H. J., SOLEDADE, L. E. B., FERNANDES, V. J., SOUZA, A. G. Rheological behavior of castor oil biodiesel. **Energy & Fuels**, 19, 2185-88, 2005.
- GLASSTONE, S., LAIDLER, K. J., EYRING, H. 1941. **The Theory of Rate Process**, McGraw-Hill, New York, U.S.A
- JOBACK, K. G.; REID, R. C., 1987. Estimation of pure-component properties from group-contributions. **Chem. Eng. Comm.**, 57, 233-243.
- KIM, J.; KIM, D. N.; LEE, S. H.; YOO, S. H.; LEE, S., 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oil with rheological behavior and oil uptake. *Food chemistry*, 118, 398-402.
- NIST, **data bank**, 2016 Disponível em: <webook.nist.gov>. Acesso em: 27 jun. 2016.
- NOUREDDINI, H.; TEOH, B. C.; CLEMENTS, L. D., 1992. Viscosity of vegetable oils and fatty acids. **JAACS**, 69, 1189-1191.



TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA E PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REUSO COM EMPREGO DO FILTRO MULTIMÍDIA COM ALGODÃO

Carolina Lima Miranda⁽¹⁾; Jessica de Fátima Martins⁽²⁾; Liliane Borges de Moura⁽³⁾;
Mariele Martins Silva⁽⁴⁾; Daniel de Oliveira e Silva⁽⁵⁾; Juliana Borges Pereira⁽⁶⁾.

(1) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
clm_girl87@hotmail.com

(2) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jessicamartins55@live.com

(3) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
liliane.bmoura@hotmail.com

(4) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
marielemartins@hotmail.com.

(5) Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
danielos@unipam.edu.br

(6) Professora do curso de Agronomia - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
julianabp@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A geração de esgotos ocorre como consequência da utilização da água no uso doméstico. Caso não seja dada uma destinação aos mesmos ou que esta destinação não seja de forma correta, estes acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e subterrâneas e frequentemente passando a escoar a céu aberto, constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças (SOUZA, 2010).

Com a escassez de água potável, os conflitos associados aos usos múltiplos e a cobrança pelo uso de forma adequada, vem pressionando a tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos e o reuso de água. O reuso de água domiciliar pode ser considerado como alternativa em tempos de escassez e uma opção correta do ponto de vista ambiental, já que contribui para diminuição da captação e consequentemente a redução nas vazões de lançamento de efluentes.

As águas cinza são aquelas provenientes dos chuveiros, lavatórios de banheiros e máquinas de lavar roupa. Estas águas são ricas em sabões, sólidos suspensos e matéria orgânica e podem possuir pequenas quantidades de bactérias (NOSÉ, 2008).

Um filtro de camadas consiste em um tanque cilíndrico com diferentes meios filtrantes. Tem por objetivo a obtenção de água purificada, pois remove mecanicamente partículas

em suspensão de até 15 micra (μm), possui baixo custo operacional e manutenção. Assim, poupa-se significativas quantidades de água e energia (Soares & Cobra, 2012 citado por Dias e Roma, 2014).

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de um filtro de camadas, utilizando distintos meios filtrantes intercalados por camadas de algodão. Sua finalidade era o tratamento da água cinza proveniente do banho de crianças da creche “Escola Municipal de Educação Infantil Valdir Pereira de Araujo”, com o intuito de seu reuso para lavar calçadas, pátios e em descargas de sanitários.

2. METODOLOGIA

O estudo e realização dos testes para identificar os valores de parâmetros foram realizados no Laboratório Central Analítica e no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

O local escolhido para a coleta do efluente foi à creche “Escola Municipal de Educação Infantil Valdir Pereira de Araujo”, fundada pela Lei de criação nº 2580 de 20 de junho de 2012, pelo Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância). Situada no município de Presidente Olegário, atendendo aproximadamente 278 indivíduos, sendo 234 crianças, incluindo bebês, e 44 funcionários adultos.

A creche utiliza água proveniente da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - Copasa, onde é tratada e clorada. A totalidade de água consumida varia de acordo com seu funcionamento semanal, sendo a média diária de aproximadamente 4.150 litros. Seu horário de funcionamento é de 05:00 hrs às 18:00 hrs, onde todas as crianças tomam banho, que duram cerca de 5 minutos.

Para este estudo, foi recolhida a água cinza proveniente dos chuveiros, sendo as demais consideradas como água negra. O volume de efluentes gerados pela creche é lançado sem nenhum tratamento na rede de esgoto do município, que atualmente não é tratado, onde é direcionado para uma represa localizada nas proximidades da cidade.

Em primeiro momento, foram estudados os métodos mais eficazes e a maneira mais adequada para a implantação do projeto. Optando-se pelo uso de um filtro multimídia, que consiste em um tanque cilíndrico com diferentes meios filtrantes, tais como: areia, antracito, carvão ativo, brita média, brita grossa e algodão. Este filtro além de purificar a

água, remove mecanicamente partículas em suspensão de até 15 micra (μm), tendo baixo custo operacional e de manutenção. Obtendo-se uma economia significativa de água e energia (Soares & Cobra, 2012 citado por Dias e Roma, 2014).

Segundo a NBR 13969/1997, a filtração do esgoto através da camada de areia é uma operação intermitente, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção), quanto bioquímico (oxidação). Devido aos micro-organismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas, a camada permite elevado nível de remoção de poluentes. Utiliza-se areia com diâmetro efetivo na faixa de 0,25 mm a 1,2 mm, e com coeficiente de uniformidade inferior a 4.

De acordo com a NBR 13969/1997, no caso de brita, utilizar à nº 1 ou nº 0, com as dimensões mais uniformes possíveis. Não deve ser permitida a mistura de pedras com dimensões distintas, a não ser em camadas separadas, para não causar a obstrução precoce do filtro.

Carvão Ativo é um material poroso de origem natural, poderoso adsorvente e usado para filtração e purificação de vários materiais. Com sua grande área superficial interna formada por milhares de poros, o carvão ativo soma uma área interna de 500 a 1200 m^2/g . Devido às suas qualidades de adsorção às moléculas poluentes, estas se concentram sobre a superfície do carvão ativado e são removidas. São utilizados em processos de filtração em que se deseja purificar, descolorir, recuperar e remover odores.

O Antracito é adequado hidraulicamente, pois possui uma densidade de $0,8 \text{ g/cm}^3$, ficando por cima dos meios mais pesados como a areia ou granada, oferecendo assim, uma capa de pré-filtração. Isto representa corridas mais longas e menor perda de carga, sem mencionar a redução de retro lavagens, o que se traduz em uma enorme economia de água para esta etapa.

Para melhorar a eficácia do filtro, serão adicionadas camadas de algodão entre as outras camadas de meio filtrante, pois o algodão retém partículas maiores. A figura a seguir apresenta a distribuição das camadas dos meios filtrantes, dispostas no filtro.

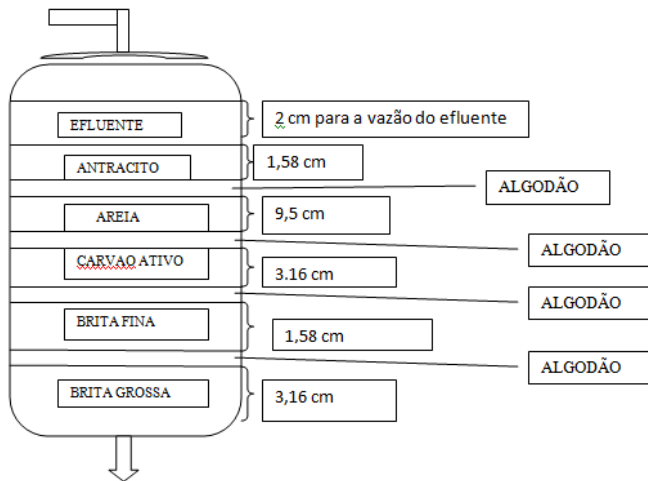


Figura 1: Esboço dos meios filtrantes no filtro



Figura 2: Filtro em funcionamento.

Para a montagem do filtro será utilizado um pote de vidro com espessura de 1,2 mm, com altura até a borda de 21 cm e volume de 3 litros. Este vidro terá a entrada de efluente pela parte superior, sendo que, para controlar a vazão do efluente ira valer-se de uma Bomba de 150L/h para Aquários. O efluente tratado sairá pela parte inferior do objeto, através de um orifício.

A primeira camada utiliza aproximadamente 3,16 cm de brita 1 e acima desta camada, existe uma camada com cerca de 1,58 cm de brita 0, que sustenta o restante das camadas de meio filtrante, impedindo sua saída do sistema (Bertoncine,2008). Na camada de areia é empregada em torno de 9,5 cm de areia e 3,16 cm de carvão ativo, em que a areia está por cima do carvão, intercalada com a camada de algodão. Para a camada de Antracito, será valer-se uma camada de 1,58 cm de espessura, usado como uma capa de pré-filtração. As camadas de algodão não terão um parâmetro de espessura, utilizadas para melhorar a eficácia do tratamento do efluente.

De acordo com o item 5.6.4 da NBR 13969, o grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restrigente quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo o volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma

parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reservação e de distribuição.

Assim, os sistemas de reuso podem ser designados para diversos fins, devendo apenas adaptar-se ao sistema de tratamento de água desejado. Em termos gerais, podem ser definidas as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso (NBR 13969, ABNT, 1997):

Tabela 1: Classificação e parâmetros do efluente conforme o tipo de reuso.

| CLASSES | PARÂMETROS | COMENTÁRIOS |
|---|--|---|
| Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 5; • Coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100ml; • Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/l • pH entre 6.0 e 8.0; • Cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l | Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante. |
| Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 5; • Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; • Cloro residual superior a 0,5 mg/l | Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes; |
| Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 10; • Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; | Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão. |
| Classe 4 – Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. | <ul style="list-style-type: none"> • Coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100ml; • Oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l | As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita. |

Fonte: ABNT-NBR 13.969/97

Para o projeto em questão, almejamos obter um parâmetro de classe 2, onde destina o efluente tratado para lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos, descargas de bacias sanitárias, etc. Para isso, serão realizados os seguintes testes de qualidade no efluente tratado, sendo esses baseado na NBR 13969/1997:

Tabela 2: Parâmetros de Qualidade.

| PARÂMETRO | CLASSE B |
|----------------------------|---------------|
| Ph | Entre 6 e 9 |
| DBO _{5,25} (Mg/L) | Inferior a 30 |

| | |
|--|-----------------|
| Oxigênio Dissolvido(Mg/L) | Superior a 2 |
| Sólidos suspenses totais (Mg/L) | Inferior a 20 |
| Coliformes fecais(NMP/100mL) | Inferior a 1000 |
| DQO(Mg/L) | Inferior a 75 |
| Fosfato(Mg/L) | Inferior a 1 |
| Cloro Residual (Mg/L) | Superior a 0,5 |

FONTE: ABNT- NBR 13969/1997

Além destes, serão realizados a determinação de Condutividade, Acidez, Alcalinidade e Dureza Total.

Para a avaliação dos coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos. Na primeira etapa, foram retirados assepticamente 10 mL de amostra, pipetadas em cinco tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos, os quais foram posteriormente incubados de 36°C por 24 horas. Os tubos que apresentaram formação de gás no Caldo LST, tiveram alíquotas semeadas em cinco tubos contendo 5 mL de Caldo verde brilhante 2% (VB) contendo tubos de Durhan invertidos para o crescimento de coliformes totais o qual foram colocados na estufa a 36°C por 24 horas. Simultaneamente 10mL da amostra foram transferidos para cinco tubos contendo caldo com Escherichia coli (E.C.), meio confirmatório para coliformes termotolerantes (E.C.) e deixados em banho maria de 44,5 °C durante 24 horas. A positividade do teste foi observada pela produção de gás no interior dos tubos de Durhan. Os resultados foram analisados em tabela do Número Mais Provável (NMP). Dos tubos positivos para o meio E.C. alíquotas foram semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura ágar eosina azul de metileno (EMB) e posteriormente, incubadas de 36°C por 24 horas. Por fim, a caracterização dos coliformes termotolerantes foi evidenciada pelo crescimento de colônias com centros enegrecidos e brilho verde metálico (SIQUEIRA, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os testes apresentados na metodologia, os resultados na tabela 2 correspondem às análises realizadas com o efluente bruto e o efluente tratado pelo processo de filtração. As análises seguiram a NBR 13969.

Tabela 3: Resumo dos resultados das análises.

| TESTE | Amostra 1 | | Amostra 2 | | Amostra 3 | |
|------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Bruto | Filtrado | Bruto | Filtrado | Bruto | Filtrado |
| Ph | 6,97 | 7,32 | 7,42 | 7,54 | 7,68 | 7,47 |
| Turbidez (NTU) | 10,60 | 7,80 | 10,8 | 8,2 | 87,0 | 46,0 |
| Acidez CO₂/L(mg) | 20,064 | 16,72 | 5,5704 | 4,532 | 3,96 | 5,426 |
| Alcalinidade (ppm) | 44,3 | 46,3 | 35,0 | 34,33 | 48,666 | 36,666 |
| Coliformes Fecais | * | * | * | * | Negativo | Positivo |
| Cloro Residual (ppm) | 9,3351 | 3,0487 | 3,7813 | 1,7725 | * | * |
| Sólidos Totais (ppm) | 51000 | 37000 | 62000 | 50000 | 92000 | 64000 |
| Fosfato (mg/l) | 1,356 | 0,787 | 1,232 | 0,772 | * | * |
| Dureza (ppm) | 67 | 207,66 | 39,66 | 94,0 | 28,333 | 92,66 |
| Acidez Total (mg) | 22,8 | 19,0 | 6,33 | 5,15 | 4,5 | 6,166 |
| Condutividade (mS) | 0,19 | 0,49 | 0,16 | 0,29 | 0,17 | 0,31 |

Fonte: Adaptado de Ferreira (2000)

Com base na NBR 13969, onde classifica como um pH aceitável ente 6 e 9, os resultados das três análises feitas com o efluente após passar pelo processo de filtração então dentro do estabelecido. Para se enquadrar na Classe 2 da NBR 13969, a turbidez deve ser inferior a cinco, assim os resultados das três análises realizadas não apresentaram resultado satisfatório. Esse erro deve ser considerado por uma possível retenção de sujeira acumuladas no filtro.

Tanto as análises de Cloro Residual como as de Fosfato foram realizadas somente no efluente bruto e filtrado da primeira e segunda coleta, isso se deve ao fato de que na terceira coleta houve problemas com o equipamento de avaliações. Mas com os resultados apresentados nas análises feitas já indica que o filtro de camada é eficiente, pois o Cloro Residual obteve os resultado de 3.0487 ppm e 1.7725 ppm, sendo que na NBR 13969 tem como parâmetro um valor acima de 0,5 mg/l. E o fosfato um valor de 0.787 mg/l e 0.772 mg/l, sendo que o aceitável pela norma é que seja inferior a 1.

De acordo com PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004, para aceitação de consumo humano, a dureza da água deve ser inferior a 500 mg/L, assim

como o efluente tratado apresentou uma dureza entre 92,66 e 207,66, foi considerado que os resultados são satisfatórios, sendo que esse efluente não será para consumo, e sim para reuso.

Ainda segundo a com PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004, para consumo humano a água potável deve apresentar no valor Máximo permitido de Sólidos dissolvidos totais deve ser abaixo de 1000 mg/l, assim o resultado obtido nas duas avaliações foram superiores, mas como esse efluente é para reuso, e na Classe 2 da NBR não informa um parâmetro base, concluí-se que para alguns meios de reuso esses valores sejam aceitáveis.

Foram realizados os testes de DBO_{5,20} e DQO somente das amostras da última coleta de efluente, que segundo a ABNT- NBR 13969 deve ser inferior a 30 mg/l e inferior a 75 mg/l respectivamente. Com os resultados das análises do efluente bruto, obteve-se valores de 157 mg/l de DBO e 341 mg/l de DQO. Após passar pelo processo de filtração foram realizados testes com amostras do filtrado, obtendo valores de 142 mg/l e 177.7mg/l, respectivamente. Portanto não foi obtido um padrão de qualidade que a NBR 13969 exige para se usar dentro da Classe 2.

Os outros testes realizados, de acordo com o material estudado, obtiveram resultados satisfatórios, sendo que os mesmos não tem um padrão de parâmetro na ABNT para comparação de resultados.

Os valores do NMP de coliformes totais e termotolerantes encontrados nas amostras analisadas estão representados na Tabela 4 e 5.

Tabela 4 - Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes/mL presentes na água coletada na “Escola Mundial de Educação Infantil Valdir Pereira de Araújo” Presidente Olegário- MG

| | Numero de tubos Positivo | NMP/ 100mL |
|-----------|--------------------------|------------|
| VB | 0 | <2,2 |
| EC | 0 | <2,2 |

Tabela 5 - Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes/mL presentes na água filtrada na “Escola Mundial de Educação Infantil Valdir Pereira de Araújo” Presidente Olegário- MG

| | Numero de tubos Positivo | NMP/ 100mL |
|-----------|--------------------------|------------|
| VB | 5 | >16.0 |
| EC | 5 | >16.0 |

Os testes realizados apresentam resultados positivos para coliformes totais, E. Coli e bactérias termotolerantes para as amostras filtradas com o filtro de algodão e negativo para a água coletada no local do banho, isso se dá pela contaminação do filtro, sendo que a matéria prima do mesmo foi reutilizada de filtrações anteriores. A presença das mesmas pode ser dada também devido à contaminação do laboratório Geral de Química onde o qual o filtro se encontra armazenado e o processo de filtragem ocorre.

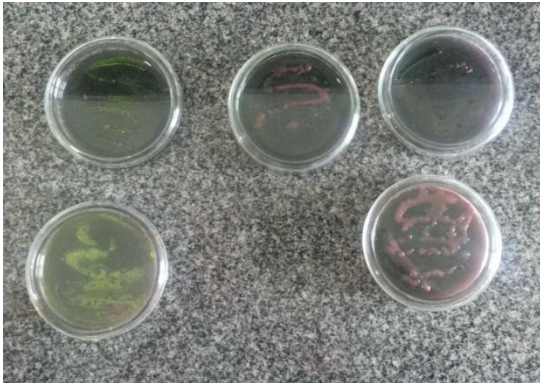


Figura 3: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente.



Figura 4: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente filtrado.

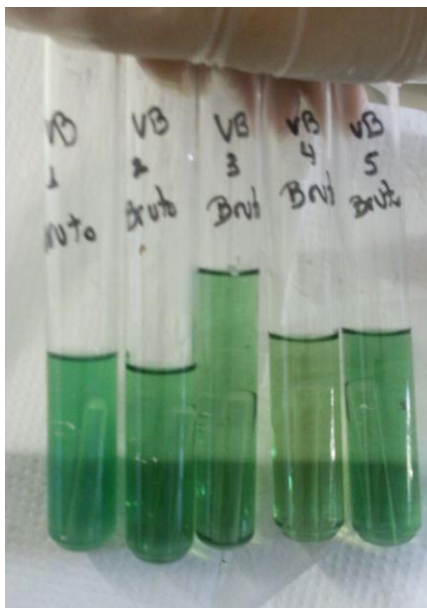


Figura 5: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente bruto.

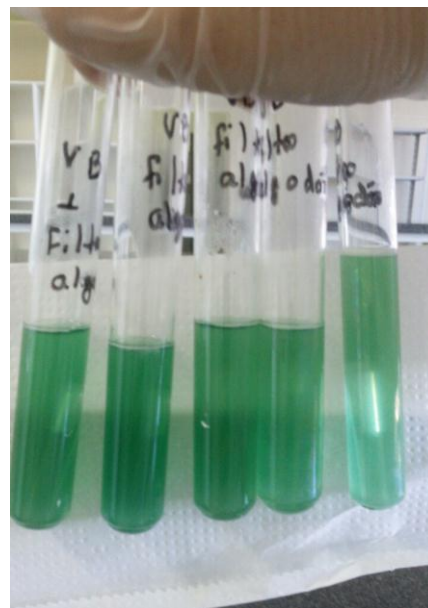


Figura 6: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente filtrado.

Acredita-se que, apesar dos altos índices de contaminação das amostras, a água filtrada poderá ser utilizada depois de passar por um processo de clorificação ou o uso de tabletes de iodo a fim de eliminar as bactérias.

4. CONCLUSÕES

- (i) os objetivos almejados inicialmente foram alcançados, filtramos a água;
- (ii) Entretanto, o tratamento do efluente utilizando o filtro, em alguns pontos, não mostrou total eficácia sendo que a finalidade era chegar a Classe 2 dos parâmetros de qualidades;
- (iii) com o estudo realizado em cima dos resultados das análises, concluímos que obtivemos a Classe 3 do parâmetro de qualidade, que destina água de reuso para usar em descargas de vasos sanitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** SET 1997. Disponível em http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf. Acessada em 01/03/2016 às 11: 12.

ALMEIDA, Rogério de Araújo; PITALUGA, Douglas Pereira da Silva; REIS, Ricardo Prado Abreu. **TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO POR ZONA DE RAÍZES PRECEDIDA DE TANQUE SÉPTICO.** REVISTA BIOCÊNCIAS, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010. Disponível em periodicos.unitau.br.

BERTONCINI, Edna Ivani. **TRATAMENTO DE EFLUENTES E REUSO DA ÁGUA NO MEIO AGRÍCOLA.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. P. 152-169. Junho de 2008. www.apta.sp.gov.br

CETESB. L5.406. **COLIFORMES TERMOTOLERANTES: DETERMINAÇÃO EM AMOSTRAS AMBIENTAIS PELA TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLOS COM MEIO A1 - MÉTODO DE ENSAIO.** Jun/2007.

DIAS, Gonçalo. Rama, Luis. **ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PARA A GESTÃO DE PISCINAS MUNICIPAIS.** *EFDeportes.com, Revista Digital.* Buenos Aires, Ano 19, Nº 191, Abril de 2014. <http://www.efdeportes.com/>.

NOSÉ, Daniel. **APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS.** Trabalho de conclusão de Curso. São Paulo 2008.

SELLA, Marcelino Blacene. **REUSO DE ÁGUAS CINZAS: AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIAS.** Porto alegre. 2011.

SIQUEIRA, R. S. 1995. Manual de microbiologia de alimentos. Brasília, São Paulo. 159p

SOUZA, Rosimeri Correa de; ISOLDI, Loraine Andre; OLIZ, Camila Mizette. **TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO POR FILTRO ANAERÓBIO COM RECHEIO DE BAMBU.** Vetor, Rio Grande, v.20, n.2, p. 5-19, 2010.



TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA E PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REUSO COM EMPREGO DO FILTRO MULTIMÍDIA COM MANTA SINTÉTICA

Julia Gabriela Moreira⁽¹⁾; Fabíola Paola de Lima Amorim⁽²⁾; Vitor Rafael Lemos Magalhães⁽³⁾; Daniel de Oliveira e Silva⁽⁴⁾; Juliana Borges Pereira⁽⁵⁾.

(1) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
Juliagabriela0922@hotmail.com

(2) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
fabiola.paoola@hotmail.com

(3) Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
victorrafaelr@gmail.com

(4) Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
danielos@unipam.edu.br

(5) Professora do curso de Agronomia - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
julianabp@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a vida, sendo assim é necessário à criação de meios capazes de atenuar seu gasto descontrolado, evitar ou minimizar sua poluição. O tratamento do efluente e seu reuso em unidades habitacionais, é importante para que se alcance o objetivo almejado: a sustentabilidade hídrica. É interessante salientar que existem diversas formas de tratar o efluente para que o mesmo se torne próprio para reuso. O objetivo do tratamento de esgotos é a remoção dos sólidos, cargas orgânicas e organismos patogênicos, tendo eficiência relacionada com a efetiva remoção dos poluentes e contaminantes do mesmo (REBELO, 2011).

Segundo LAVRADOR FILHO (1987) citado por MOTA (1996), o reuso de águas é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não.

Um filtro multimídia de camadas consiste em um tanque cilíndrico com diferentes meios filtrantes. Esse tem por objetivo a obtenção de água purificada, pois removem mecanicamente partículas em suspensão de até 15 micra (μm), sendo de baixo custo

operacional e manutenção. Permitindo assim obter uma poupança significativa de água e energia (Soares & Cobra, 2012 citado por Dias e Roma, 2014).

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de um filtro multimídia de camadas, usando vários meios filtrantes e intercalando uma manta sintética entre suas camadas, buscando como finalidade o tratamento de água cinza proveniente do banho de crianças da creche “Escola Municipal de Educação Infantil Valdir Pereira de Araujo”, com o intuito de reuso da mesma para lavar calçadas, pátios e usar em descargas de sanitários.

2. METODOLOGIA

O estudo e realização dos testes para identificar os valores de parâmetros foram realizados no Laboratório Central Analítica e no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

O local escolhido para a coleta do efluente foi à creche “Escola Municipal de Educação Infantil Valdir Pereira de Araujo”, fundada pela Lei de criação nº 2580 de 20 de junho de 2012, pelo Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância). Situada no município de Presidente Olegário, atendendo aproximadamente 278 indivíduos, sendo 234 crianças, incluindo bebês, e 44 funcionários adultos.

A creche utiliza água proveniente da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - Copasa, onde é tratada e clorada. A totalidade de água consumida varia de acordo com seu funcionamento semanal, sendo a média diária de aproximadamente 4.150 litros. Seu horário de funcionamento é de 05:00 hrs às 18:00 hrs, onde todas as crianças tomam banho, que duram cerca de 5 minutos.

Para este estudo, foi recolhida a água cinza proveniente dos chuveiros, sendo as demais consideradas como água negra. O volume de efluentes gerados pela creche é lançado sem nenhum tratamento na rede de esgoto do município, que atualmente não é tratado, onde é direcionado para uma represa localizada nas proximidades da cidade.

Em primeiro momento, foi estudado qual seria a maneira mais adequada para se implantar o projeto, e qual os métodos mais eficazes para se usar. Assim chegando à conclusão que seria implantado um filtro de multimídia, que consiste em um tanque cilíndrico com diferentes meios filtrantes. Pois além de obtenção da água purificada, removem mecanicamente partículas em suspensão de até 15 micra (μm), sendo de baixo

custo operacional e manutenção. Permitindo assim obter uma poupança significativa de água e energia (Soares & Cobra, 2012 citado por Dias e Rama, 2014).

Para os meios filtrantes, será utilizada areia, Antracito, carvão ativo, brita media, brita grossa e manta sintética.

Segundo a NBR 13969/1997, a filtração do esgoto através da camada de areia é uma operação intermitente, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção), quanto bioquímico (oxidação). Devido aos micro-organismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas, a camada permite elevado nível de remoção de poluentes. Utiliza-se areia com diâmetro efetivo na faixa de 0,25 mm a 1,2 mm, e com coeficiente de uniformidade inferior a 4.

De acordo com a NBR 13969/1997, no caso de brita, utilizar à nº 1 ou nº 0, com as dimensões mais uniformes possíveis. Não deve ser permitida a mistura de pedras com dimensões distintas, a não ser em camadas separadas, para não causar a obstrução precoce do filtro.

Carvão Ativo é um material poroso de origem natural, poderoso adsorvente e usado para filtração e purificação de vários materiais. Com sua grande área superficial interna formada por milhares de poros, o carvão ativo soma uma área interna de 500 a 1200 m²/g. Devido às suas qualidades de adsorção às moléculas poluentes, estas se concentram sobre a superfície do carvão ativado e são removidas. São utilizados em processos de filtração em que se deseja purificar, descolorir, recuperar e remover odores.

O Antracito é adequado hidraulicamente, pois possui uma densidade de 0,8 g/cm³, ficando por cima dos meios mais pesados como a areia ou granada, oferecendo assim, uma capa de pré-filtração. Isto representa corridas mais longas e menor perda de carga, sem mencionar a redução de retro lavagens, o que se traduz em uma enorme economia de água para esta etapa.

Para melhorar a eficácia do filtro serão adicionadas camadas de manta sintética entre as outras camadas de meio filtrante, pois a manta sintética tem uma alta eficiência de remoção de impurezas. As figuras a seguir apresenta a distribuição das camadas dos meios filtrantes, dispostos no filtro.

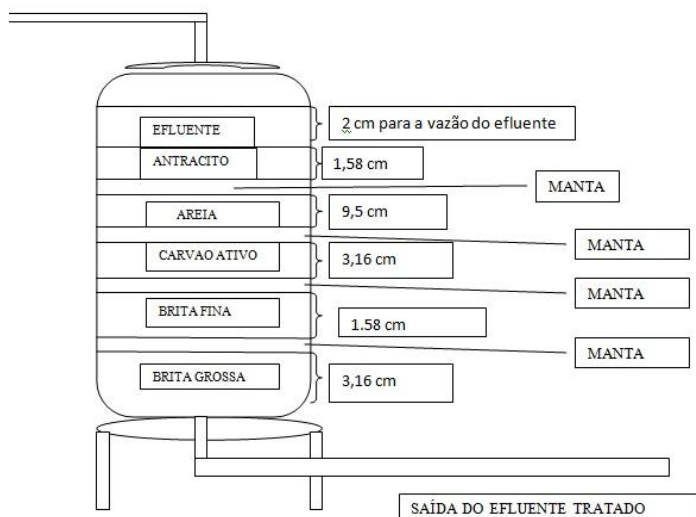


Figura 1: Esboço dos meios filtrantes no filtro



Figura 2: Filtro em funcionamento.

Para a montagem do filtro será utilizado um pote de vidro com espessura de 1,2 mm, com altura até a borda de 21 cm e volume de 3 litros. Este vidro terá a entrada de efluente pela parte superior, sendo que, para controlar a vazão do efluente ira valer-se de uma Bomba de 150L/h para Aquários. O efluente tratado sairá pela parte inferior do objeto, através de um orifício.

A primeira camada utiliza aproximadamente 3,16 cm de brita 1 e acima desta camada, existe uma camada com cerca de 1,58 cm de brita 0, que sustenta o restante das camadas de meio filtrante, impedindo sua saída do sistema (Bertoncine,2008). Na camada de areia é empregada em torno de 9,5 cm de areia e 3,16 cm de carvão ativo, em que a areia está por cima do carvão, intercalada com a camada de algodão. Para a camada de Antracito, será valer-se uma camada de 1,58 cm de espessura, usado como uma capa de pré-filtração. As camadas manta sintéticas usadas não terão um parâmetro de espessura, sendo estes usados para melhorar a eficácia do tratamento do efluente.

De acordo com o item 5.6.4 da NBR 13969, o grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restrigente quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos podem-

se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo o volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reservação e de distribuição.

Assim, os sistemas de reuso podem ser designados para diversos fins, devendo apenas adaptar-se ao sistema de tratamento de água desejado. Em termos gerais, podem ser definidas as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso (NBR 13969, ABNT, 1997):

Tabela 1: Classificação e parâmetros do efluente conforme o tipo de reuso.

| CLASSES | PARÂMETROS | COMENTÁRIOS |
|--|--|---|
| Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 5; • Coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100ml; • Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/l • pH entre 6.0 e 8.0; • Cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l | Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante. |
| Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 5; • Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; • Cloro residual superior a 0,5 mg/l | Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes; |
| Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários. | <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez - inferior a 10; • Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; | Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão. |
| Classe 4 – Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. | <ul style="list-style-type: none"> • Coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100ml; • Oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l | As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita. |

Fonte: ABNT-NBR 13.969/97

Para o projeto em questão, almejamos obter um parâmetro de classe 2, onde destina o efluente tratado para lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos, descargas de bacias sanitárias, etc. Para isso, serão realizados os seguintes testes de qualidade no efluente tratado, sendo esses baseado na NBR 13969/1997:

Tabela 2: Parâmetros de Qualidade.

| PARÂMETRO | CLASSE B |
|---------------------------------|-----------------|
| Ph | Entre 6 e 9 |
| DBO _{5,25} (Mg/L) | Inferior a 30 |
| Oxigênio Dissolvido(Mg/L) | Superior a 2 |
| Sólidos suspenses totais (Mg/L) | Inferior a 20 |
| Coliformes fecais(NMP/100mL) | Inferior a 1000 |
| DQO(Mg/L) | Inferior a 75 |
| Fosfato(Mg/L) | Inferior a 1 |
| Cloro Residual (Mg/L) | Superior a 0,5 |

FONTE: ABNT- NBR 13969/1997

Além destes, serão realizados a determinação de Condutividade, Acidez, Alcalinidade e Dureza Total.

Para a avaliação dos coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos. Na primeira etapa, foram retirados assepticamente 10 mL de amostra, pipetadas em cinco tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos, os quais foram posteriormente incubados de 36°C por 24 horas. Os tubos que apresentaram formação de gás no Caldo LST, tiveram alíquotas semeadas em cinco tubos contendo 5 mL de Caldo verde brilhante 2% (VB) contendo tubos de Durhan invertidos para o crescimento de coliformes totais o qual foram colocados na estufa a 36°C por 24 horas. Simultaneamente 10mL da amostra foram transferidos para cinco tubos contendo caldo com Escherichia coli (E.C.), meio confirmatório para coliformes termotolerantes (E.C.) e deixados em banho maria de 44,5 °C durante 24 horas. A positividade do teste foi observada pela produção de gás no interior dos tubos de Durhan. Os resultados foram analisados em tabela do Número Mais Provável (NMP). Dos tubos positivos para o meio E.C. alíquotas foram semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura ágar eosina azul de metileno (EMB) e posteriormente, incubadas de 36°C por 24 horas. Por fim, a caracterização dos coliformes termotolerantes foi evidenciada pelo crescimento de colônias com centros enegrecidos e brilho verde metálico (SIQUEIRA, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os testes apresentados na metodologia, os resultados apresentados na tabela 2 correspondem às análises realizada com o efluente bruto e o efluente após ter

passado pelo processo de filtração, sendo que essas análises foram concretizadas de acordo com a NBR 13969.

Tabela 3: Resumo dos resultados das análises.

| TESTE | Amostra 1 | | Amostra 2 | |
|-------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Bruto | Filtrado | Bruto | Filtrado |
| Ph | 7,42 | 7,51 | 7,68 | 7,6 |
| Turbidez (NTU) | 10,8 | 8,00 | 87,0 | 58,8 |
| Acidez CO₂/L (mg) | 5,5704 | 5,852 | 3,96 | 4,84 |
| Alcalinidade (ppm) | 35,0 | 32,33 | 48,666 | 19,666 |
| Coliformes Fecais | * | * | Negativ | Positivo |
| | | | o | |
| Cloro Residual (ppm) | 3,7813 | 1,5361 | * | * |
| Sólidos Totais (ppm) | 62000 | 47000 | 92000 | 95600 |
| Fosfato (mg/l) | 1,232 | 0,401 | * | * |
| Dureza (ppm) | 39,66 | 143,33 | 28,333 | 54 |
| Acidez Total (mg) | 6,33 | 6,65 | 4,5 | 5,5 |
| Condutividade (mS) | 0,16 | 0,38 | 0,17 | 0,23 |

Com base na NBR 13969, onde classifica como um pH aceitável ente 6 e 9, os resultados das duas análises feitas com o efluente após passar pelo processo de filtração então dentro do estabelecido. Para se enquadrar na Classe 2 da NBR 13969, a turbidez deve ser inferior a cinco, assim os resultados das duas análises realizadas não apresentaram resultado satisfatório. Esse erro deve ser considerado por uma possível retenção de sujeira acumuladas no filtro.

Tanto as análises de Cloro Residual como as de Fosfato foram realizadas somente no efluente bruto e filtrado da primeira coleta, isso se deve ao fato de na segunda coleta houve problemas com o equipamento de avaliações. Mas com os resultados apresentados na primeira filtragem já indica que o filtro de camada é eficiente, pois o Cloro Residual obteve um resultado de 1.5361 ppm, sendo que na NBR 13969 tem como parâmetro um valor acima de 0,5 mg/l. E o fosfato um valor de 0.401, sendo que o aceitável pela norma é que seja inferior a 1.

De acordo com PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004, para aceitação de consumo humano, a dureza da água deve ser inferior a 500 mg/L, assim como o efluente tratado apresentou uma dureza entre 54 e 143.33, foi considerado que

os resultados são satisfatórios, sendo que esse efluente não será para consumo, e sim para reuso.

Ainda segundo a com PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004, para consumo humano a água potável deve apresentar no valor Máximo permitido de Sólidos dissolvidos totais deve ser abaixo de 1000 mg/l, assim o resultado obtido nas duas avaliações foram superiores, mas como esse efluente é para reuso, e na Classe 2 da NBR não informa um parâmetro base, concluí-se que para alguns meios de reuso esses valores sejam aceitáveis.

Foram realizados os testes de DBO_{5,20} e DQO somente das amostras da ultima coleta de efluente, que segundo a ABNT- NBR 13969 deve ser inferior a 30 mg/l e inferior a 75 mg/l respectivamente. Com os resultados das análises do efluente bruto, obteve-se valores de 157 mg/l de DBO e 341 mg/l de DQO. Após passar pelo processo de filtração foram realizados testes com amostras do filtrado, obtendo valores de 153 mg/l e 207.7mg/l, respectivamente. Portanto não foi obtido um padrão de qualidade que a NBR 13969 exige para se usar dentro da Classe 2.

Os outros testes realizados, de acordo com o material estudado, obtiveram resultados satisfatórios, sendo que os mesmos não tem um padrão de parâmetro na ABNT para comparação de resultados.

Os valores do NMP de coliformes totais e termotolerantes encontrados nas amostras analisadas estão representados na Tabela 4 e 5.

Tabela 4 - Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes/mL presentes na água coletada na “Escola Mundial de Educação Infantil Valdir Pereira de Araújo” Presidente Olegário- MG.

| | Numero de tubos Positivo | NMP/ 100mL |
|-----------|---------------------------------|-------------------|
| VB | 0 | <2,2 |
| EC | 0 | <2,2 |

Tabela 5 - Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes/mL presentes na água filtrada na “Escola Mundial de Educação Infantil Valdir Pereira de Araújo” Presidente Olegário- MG

| | Numero de tubos Positivo | NMP/ 100mL |
|-----------|---------------------------------|-------------------|
| VB | 5 | >16.0 |

Os testes apresentam resultados positivos para coliformes totais, E. Coli e bactérias termotolerantes para as amostras filtradas com o filtro de manta e negativo para a água coletada no local do banho, isso se dá pela contaminação do filtro, sendo que a matéria prima do mesmo foi reutilizada de filtrações anteriores. A presença das mesmas pode ser dada também devido à contaminação do laboratório Geral de Química onde o qual o filtro se encontra armazenado e o processo de filtragem ocorre.

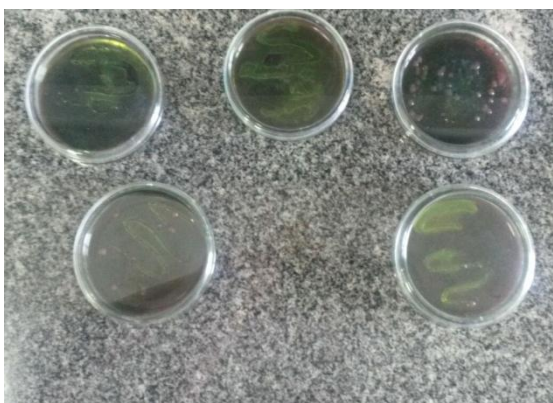


Figura 3: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente.



Figura 4: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente filtrado.

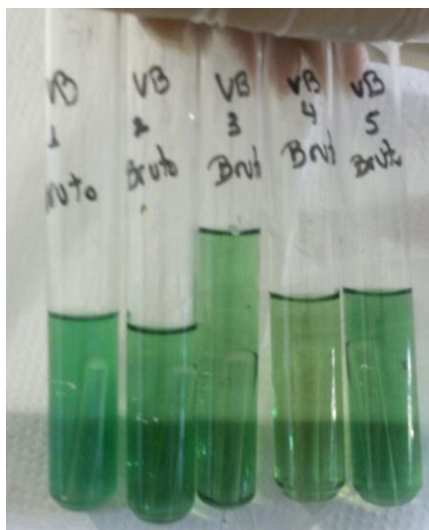


Figura 5: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente bruto.

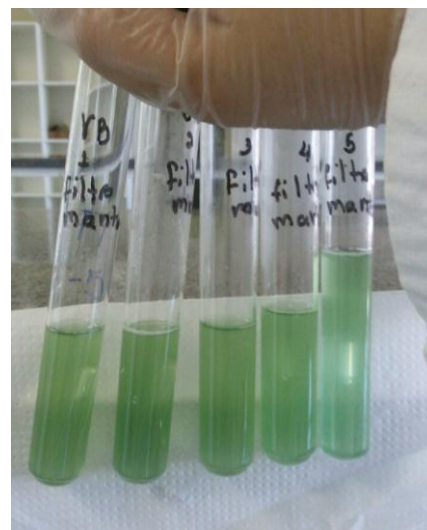


Figura 6: coliformes totais e termotolerantes/mL presentes no efluente filtrado.

Acredita-se que, apesar dos altos índices de contaminação das amostras, a água filtrada poderá ser utilizada depois de passar por um processo de clorificação ou o uso de tabletes de iodo a fim de eliminar as bactérias.

4. CONCLUSÕES

- (i) os objetivos almejados inicialmente foram alcançados, filtramos a água.
- (ii) Entretanto, o tratamento do efluente utilizando o filtro com a manta sintética como meio filtrante, em alguns pontos, não mostrou total eficácia, sendo que a finalidade era chegar a Classe 2 dos parâmetros de qualidades;
- (iii) com o estudo realizado em cima dos resultados das análises; concluímos que obtivemos a Classe 3 do parâmetro de qualidade, que destina água de reuso para usar em descargas de vasos sanitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** SET 1997. Disponível em http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf. Acessada em 01/03/2016 às 11: 12.

ALMEIDA, Rogério de Araújo; PITALUGA, Douglas Pereira da Silva; REIS, Ricardo Prado Abreu. **TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO POR ZONA DE RAÍZES PRECEDIDA DE TANQUE SÉPTICO.** REVISTA BIOCÊNCIAS, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010. Disponível em periodicos.unitau.br.

BERTONCINI, Edna Ivani. **TRATAMENTO DE EFLUENTES E REUSO DA ÁGUA NO MEIO AGRÍCOLA.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. P. 152-169. Junho de 2008. www.apta.sp.gov.br

CETESB. L5.406. **COLIFORMES TERMOTOLERANTES: DETERMINAÇÃO EM AMOSTRAS AMBIENTAIS PELA TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLOS COM MEIO A1 - MÉTODO DE ENSAIO.** Jun/2007.

DIAS, Gonçalo. Rama, Luis. **ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PARA A GESTÃO DE PISCINAS MUNICIPAIS.** *EFDeportes.com, Revista Digital.* Buenos Aires, Ano 19, Nº 191, Abril de 2014. [http://www .efdeportes.com/](http://www.efdeportes.com/).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 518 de 25/03/2004.** Procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e “vigilância da qualidade da água” para consumo humano. Disponível em http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf. Acessado em 14 de junho de 2016.

MOTA, Suetônio. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CULTURAS IRRIGADAS COM ESGOTO TRATADO.** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. P.20-26. 1996.

REBÊLO, Marcelle Maria Pais Silva. **CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZA E NEGRAS DE ORIGEM RESIDENCIAL E ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE REATOR ANAERÓBIO COM CHICANAS.** Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS da Universidade Federal de Alagoas. 2011.

SELLA, Marcelino Blacene. **REUSO DE ÁGUAS CINZAS: AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIAS**. Porto alegre. 2011.

SIQUEIRA, R. S. 1995. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília, São Paulo. 159p

ESTUDO CINÉTICO DE UMA REAÇÃO: ORDEM DE REAÇÃO E CONSTANTE DE VELOCIDADE

Suellen Cristine Meira⁽¹⁾; Jéssica Machado Amaral⁽²⁾, Alisson Galvão Silva⁽³⁾; Renata Luciana Domingues⁽⁴⁾; Sarah Arvelos⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(suellen.meira@hotmail.com.br)

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(jessica-ma@hotmail.com)

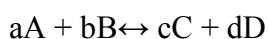
⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(alisson--galvao@hotmail.com)

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
(renatalucianad@gmail.com)

⁽⁵⁾ Professora do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
(sarvelos@gmail.com)

1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer de forma didática e simples que a lei de velocidade de uma reação química pode ser descrita como sendo uma equação onde se relaciona a velocidade de uma determinada reação com a sua respectiva concentração dos reagentes envolvidos elevados em certos expoentes, para entendermos um pouco melhor, vamos observar a equação química abaixo:



A partir dela temos a seguinte lei da velocidade:

$$V = k [A]^m [B]^n$$

Os valores de “m” e “n” são as ordens da reação química, que são determinados através da realização de experimentos, portanto esta reação é de ordem m em relação ao reagente A e de ordem n em relação ao reagente B, e de ordem (m + n) para a reação julgando ela como um todo. Na equação k é chamada de constante de velocidade da reação ou constante de proporcionalidade.

O objetivo do presente trabalho é definir a ordem de reação e a constante de velocidade da oxidação do íon iodeto (I⁻) pelo íon persulfato (S₂O₈²⁻), utilizando os conhecimentos obtidos teoricamente e também de forma empírica sobre as áreas que dizem respeito a leis de velocidade de reações em cinética e cálculo de reatores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A partir das soluções de KI (0,3 M), Na₂S₂O₃ (0,02 M), K₂S₂O₈ (0,1 M), amido e água destilada foram preparadas as seguintes combinações em duas séries de beckers, conforme o quadro abaixo:

*Sendo a massa molar do KI = 166 g/mol; Na₂S₂O₃ = 248,18 g/mol; K₂S₂O₈ = 270,32 g/mol.

| Beckers A | | | Beckers B | | | |
|---------------|---------|--|---------------|-----------------------|--|---------------|
| Combinações A | KI (ml) | S ₂ O ₃ ²⁻ (ml) | Combinações B | H ₂ O (ml) | S ₂ O ₈ ²⁻ (ml) | Amido (gotas) |
| 1 | 10 | 1 | 1 | 8,6 | 0,4 | 4 |
| 2 | 10 | 1 | 2 | 8,2 | 0,8 | 4 |
| 3 | 10 | 1 | 3 | 7,8 | 1,2 | 4 |
| 4 | 10 | 1 | 4 | 7,4 | 1,6 | 4 |
| | | | | | | |
| 5 | 0,4 | 2 | 5 | 7,6 | 10 | 4 |
| 6 | 0,8 | 2 | 6 | 7,2 | 10 | 4 |
| 7 | 1,2 | 2 | 7 | 6,8 | 10 | 4 |
| 8 | 1,6 | 2 | 8 | 6,4 | 10 | 4 |

Depois de preparar todas as soluções acima, misturou-se o conteúdo do Becker (A) ao becker (B). Acionou-se o cronômetro até o aparecimento da cor azul e anotou-se o tempo;

Repetiu-se esse procedimento para todas as outras combinações.

O amido foi utilizado como indicador, para isso, foram aquecidos 100g de água e adicionado 1g de amido de milho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento possibilitou a construção do seguinte quadro, o qual mostra o tempo gasto na viragem de cada combinação:

Quadro 01 - Dados obtidos na realização do experimento.

| Combinações | Tempos (s) |
|-------------|------------|
|-------------|------------|

| | |
|---------|-----|
| A1 + B1 | 334 |
| A2 + B2 | 168 |
| A3 + B3 | 101 |
| A4 + B4 | 95 |
| A5 + B5 | 414 |
| A6 + B6 | 263 |
| A7 + B7 | 240 |
| A8 + B8 | 178 |

Através de cálculos encontrou-se as concentrações contidas no quadro 02:

Quadro 02 - Valores de concentração para I⁻ e S₂O₈²⁻

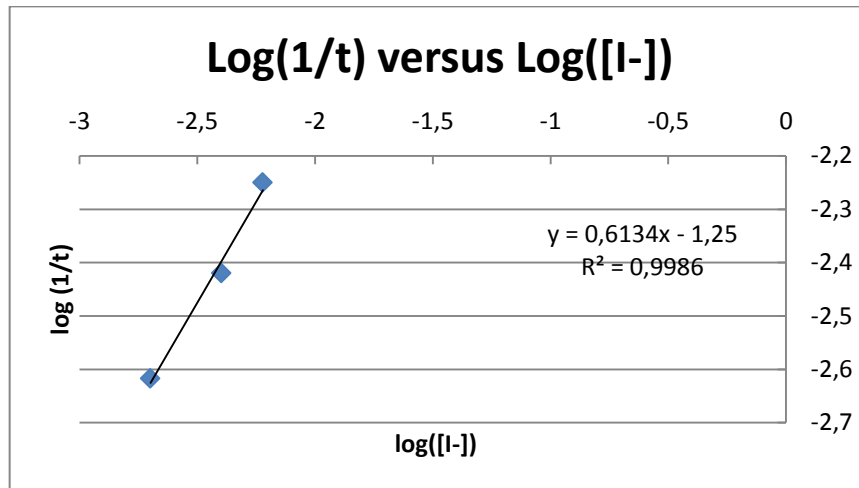
| Combinações | [I ⁻] (mol/L) | [S ₂ O ₈ ²⁻] (mol/L) |
|-------------|---------------------------|--|
| 1 | 0,15 | 0,002 |
| 2 | 0,15 | 0,004 |
| 3 | 0,15 | 0,006 |
| 4 | 0,15 | 0,00792 |
| 5 | 0,006 | 0,05 |
| 6 | 0,012 | 0,05 |
| 7 | 0,018 | 0,05 |
| 8 | 0,023762 | 0,05 |

Utilizando os dados das tabelas de tempo e concentração, plotou-se o gráfico das curvas do logaritmo do inverso do tempo versus o logaritmo da concentração do iodeto e persulfato.

Primeiro para o iodeto, utilizou-se os quatro últimos pontos, pois foram os pontos em que a concentração de iodeto apresentou variações.

Foi excluído o ponto da combinação 7 para obtenção de um melhor R². Logo, obtivemos:

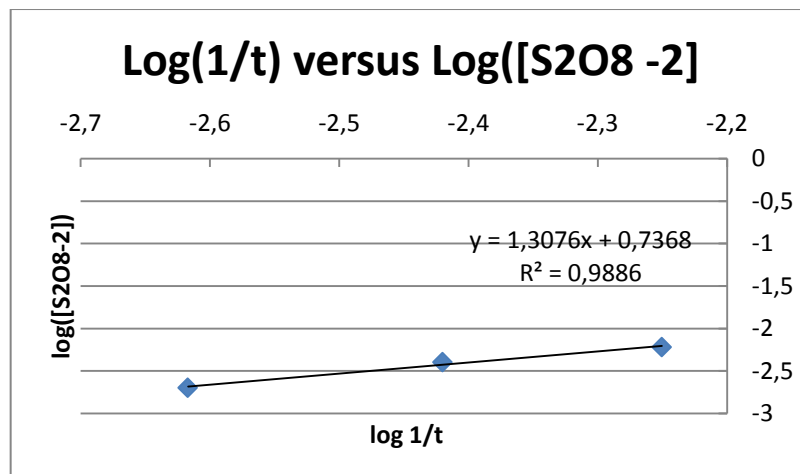
Gráfico 01 – Logaritmo inverso do íon iodeto vs logaritmo inverso do tempo



Com base no gráfico obteve-se os parâmetros a e b, que assumiram valores de -1,25 e 0,6134, respectivamente. O valor de b refere-se à ordem de reação para o iodeto.

Para o persulfato, foram repetidos todos os passos já descritos, sendo possível chegar ao gráfico 02:

Gráfico 02 – Logaritmo inverso de persulfato vs logaritmo inverso do tempo



Obteve-se os parâmetros a e b, com os valores de 1,3076 e 0,7368, respectivamente. O valor de b refere-se à ordem de reação para o persulfato.

Multiplicando-se os valores de $[A]^n$ por $[B]^m$ e realizando a divisão desse resultado por V obtemos os valores referentes aos valores da constante da velocidade “K” para cada uma das reações, que podem ser observadas no quadro 03 mostrado a seguir.

Quadro 03 – Constantes de velocidade (K) para cada combinação.

Constante de velocidade

| K. |
|------------------------|
| 9.599×10^{-6} |
| 3.180×10^{-5} |
| 7.132×10^{-5} |
| 9.304×10^{-5} |
| 1.152×10^{-5} |
| 2.774×10^{-5} |
| 3.899×10^{-5} |
| 6.233×10^{-5} |

4. CONCLUSÕES

- (i) foi possível determinar as concentrações de $S_2O_8^{2-}$ e I⁻;
- (ii) a ordem global da reação é 1,3502;
- (iii) A constante da reação é $4,329 \times 10^{-5}$.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. & DE PAULA, J. **Físico-Química**, 8ª Ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S/A. 2008.

FOGLER, H. Scott. **Elementos de engenharia das reações químicas**. H. Scott Fogler – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MODELAGEM TERMODINÂMICA DA ADSORÇÃO DE DERIVADOS DO PETRÓLEO EM BAGAÇO DE CANA

Marcelo Luiz Lourenço Morais^{(1)(a)}; Thauane Brenda Alves Olivério^{(1)(b)}, Sarah Arvelos⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. ^(a)

marcelotado2@hotmail.com, ^(b) thauaneoliverio@hotmail.com.

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

saraha@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A poluição das águas por derivados do petróleo é um dos grandes problemas da sociedade atual, pois contamina as fontes de água potável, envenena os animais e as plantações. Como forma de tratamento desse tipo de efluente e/ou mananciais contaminados em derramamentos, os processos adsortivos se destacam. Dentro da pesquisa nesta área de processos, a busca por matrizes porosas de baixo custo têm sido aprofundada (Rubio *et al.*, 2003).

O bagaço de cana é um material de produção abundante no Brasil. Diversos autores já investigaram a sua influência na remoção de componentes orgânicos de águas residuais Brandão *et al.* (2010). O processo de adsorção é uma forma de incorporar valor ao bagaço de cana, pois este seria um produto que seria descartado pela indústria do açúcar e do álcool. Além disso, o bagaço de cana com material residual da adsorção teria uma aplicação prática industrial concomitante que enriquecimento energético do bagaço para sua posterior utilização como combustível em caldeiras.

Na literatura disponível, o que se nota é um forte apelo da operação unitária de adsorção para processos de purificação de água com modelagem por isothermas simples como as de Langmuir e Freundlich. Contudo, conhecer, a nível molecular, a interação química dos adsorvatos se faz importante a fim de se estabelecer como ocorre o fenômeno físico dentro do sólido. Logo, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos que tenham em sua fundamentação teórica a descrição de fenômenos complexos.

Existe na literatura, uma gama de modelos para representação da adsorção de gases, contudo, este campo de estudo fortemente desenvolvido, tem sido escassamente aplicado para a adsorção de líquidos. Logo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade de se adaptar certas isothermas classicamente empregadas para adsorção de fase fluida gasosa para a fase fluida líquida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Escolheu-se trabalhar com os modelos de Langmuir (ML), Fowler-Guggenheim (MFG), Ocupação de Múltiplos Sítios (MSOM) e Langmuir de Múltiplos Sítios (MSL) (Arvelos e Romanielo, 2011). O modelo de Langmuir já é amplamente utilizado para adsorção de líquidos na literatura, contudo, os demais são utilizados apenas para gases. Os modelos abaixo apresentados que se referem à adsorção de gases podem ser representados para adsorção de líquidos, substituindo a pressão parcial pela a concentração do adsorvato uma vez que estas duas grandezas representam a força motriz para que haja a adsorção na fase líquida e gasosa, respectivamente. Nos modelos adaptados, o coeficiente de fugacidade da fase fluida (ϕ_i^g) foi considerado unitário.

Os modelos para gases são apresentados na Tabela 1, sendo P a pressão, y_i a fração molar do componente i , K_i a constante de Henry. R representa a constante dos gases, T a temperatura e u o parâmetro de interação lateral. r_i é o número de sítios ocupados pela molécula, M representa a saturação da monocamada. A fração de cobertura (θ_i) é dada por $\theta_i = q_i/q_{max}$ para o ML em que q_{max} é a quantidade máxima adsorvida, $\theta_i = b_i q_i \cdot$, em que b_i é o co-volume no MFG; $\theta_i = r_i \cdot q_i / M$ no MSOM. Particularidades sobre o desenvolvimento teórico e fenômenos representados em cada modelo são explicitados na Tabela 2.

Obtidas as isotermas modificadas, o *software* utilizado para regressão dos parâmetros foi o *Statistica* versal Trial 7, tendo por base a minimização dos resíduos quadrados utilizando o método Quasi-Newton. Os dados experimentais estudados estão listados na Tabela 3.

Tabela 1 – Representação matemática dos modelos avaliados

| | |
|--|---|
| $y_i PK_i \phi_i^g = \frac{\theta_i}{\left(1 - \sum_k \theta_k\right)} \quad (\text{ML})$ | $y_i PK_i \phi_i^g = \frac{\theta_i}{\left(1 - \sum_k \theta_k\right)} \exp\left(-\sum_k \theta_k \frac{u_{ik}}{RT}\right) \quad (\text{MFG})$ |
| $y_i PK_i \phi_i^g r_i = \frac{\theta_i}{\left(1 - \sum_k \theta_k\right)^{r_i}} \quad (\text{MSL})$ | $y_i PK_i \phi_i^g r_i = \frac{\theta_i}{\left(1 - \sum_k \theta_k\right)^{r_i}} \exp\left(-r_i \sum_k \theta_k \frac{u_{ik}}{RT}\right) \quad (\text{MSOM})$ |

Tabela 2 – Modelos estudados e a capacidade de representa a interação lateral e a adsorção em múltiplos sítios

| | ML | MFG | MSOM | MSL |
|------------------------------|-----|-----|------|-----|
| Adsorção em múltiplos sítios | Não | Não | Sim | Sim |
| Interação Lateral | Não | Sim | Sim | Não |

Tabela 3 – Dados experimentais modelados

| Adsorvato | Referências | Temperatura | Adsorvente |
|------------------|----------------------------------|-------------|--------------------------|
| Hexano | Romanielo <i>et al.</i> (2008) | 25°C | Bagaço de cana de açúcar |
| n-Heptano | Brandão <i>et al.</i> (2010) | 25°C | Cana de Açúcar |
| Octano | Romanielo <i>et al.</i> (2008) | 25°C | Bagaço de cana de açúcar |
| Duodecano | Romanielo <i>et al.</i> (2008) | 25°C | Bagaço de cana de açúcar |
| Diesel | Vasconcelos <i>et al.</i> (2008) | 25°C | Cana de Açúcar imatura |
| Diesel | Vasconcelos <i>et al.</i> (2008) | 25°C | Cana de Açúcar Tratada |
| Gasolina | Brandão <i>et al.</i> (2010) | 25°C | Cana de Açúcar |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta os parâmetros obtidos para cada regressão realizada. A Figura 1 apresenta quantitativamente os resultados.

Tabela 4 - Parâmetros obtidos na modelagem para os modelos ML, MSF, MSOM e MSL

| Parâmetros | Hexano | Heptano | Octano | Duodecano | Gasolina | Diesel ^a | Diesel ^b |
|------------------------|--------|---------|---------|-----------|----------|---------------------|---------------------|
| ML | | | | | | | |
| k [mL/mL] | 84,27 | 317,41 | 83,06 | 42,33 | 3,71 | 273,49 | 136,02 |
| q_{max} [mL/g] | 55,24 | 3,47 | 19,26 | 12,87 | 21,10 | 3,46 | 5,35 |
| MFG | | | | | | | |
| k [mL/mL] | 90,69 | 298,09 | 98,50 | 50,60 | 3,58 | 301,51 | 115,51 |
| b [g/mL] | 0,02 | 0,21 | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,21 | 0,19 |
| u [K ⁻¹] | 300,66 | -356,77 | 98,57 | -100,69 | -60,69 | -200,55 | 125,68 |
| MSOM | | | | | | | |
| k [mL/mL] | 86,66 | 320,58 | 120,55 | 51,55 | 4,01 | 301,60 | 150,55 |
| r [-] | 1,10 | 1,01 | 1,11 | 1,19 | 1,08 | 1,01 | 1,08 |
| M [mL/g] | 62,99 | 3,65 | 24,99 | 15,91 | 32,70 | 3,79 | 6,31 |
| u [K ⁻¹] | 320,69 | -130,55 | -350,55 | -40,66 | -489,66 | -256,80 | -350,55 |
| MSL | | | | | | | |
| k [mL/mL] | 92,69 | 250,80 | 95,77 | 36,90 | 4,58 | 250,66 | 157,66 |
| r [-] | 1,03 | 1,15 | 1,01 | 1,17 | 1,16 | 1,03 | 1,25 |
| M [mL/g] | 58,66 | 3,99 | 22,56 | 18,60 | 25,77 | 3,57 | 7,50 |

^a – Adsorção em bagaço sem tratamento, ^b – Adsorção em bagaço com tratamento

A Tabela 5 explicita o desvio médio relativos dos dados preditos em relação aos experimentais de cada isoterma. Nota-se que o MSOM (adsorção representada com interação literal e em múltiplos sítios) representa melhor, em geral, todos os sistemas estudados.

4. CONCLUSÕES

- (i) Os modelos ML, MSOM, MFG e MSL podem ser adaptados para a representação do equilíbrio de adsorção em fase líquida;
- (ii) Dentre os modelos estudados, o MSOM apresentou melhor capacidade preditiva dentre os modelos estudados.

Figura 1 – Comparação entre as isotermas experimentais e modeladas

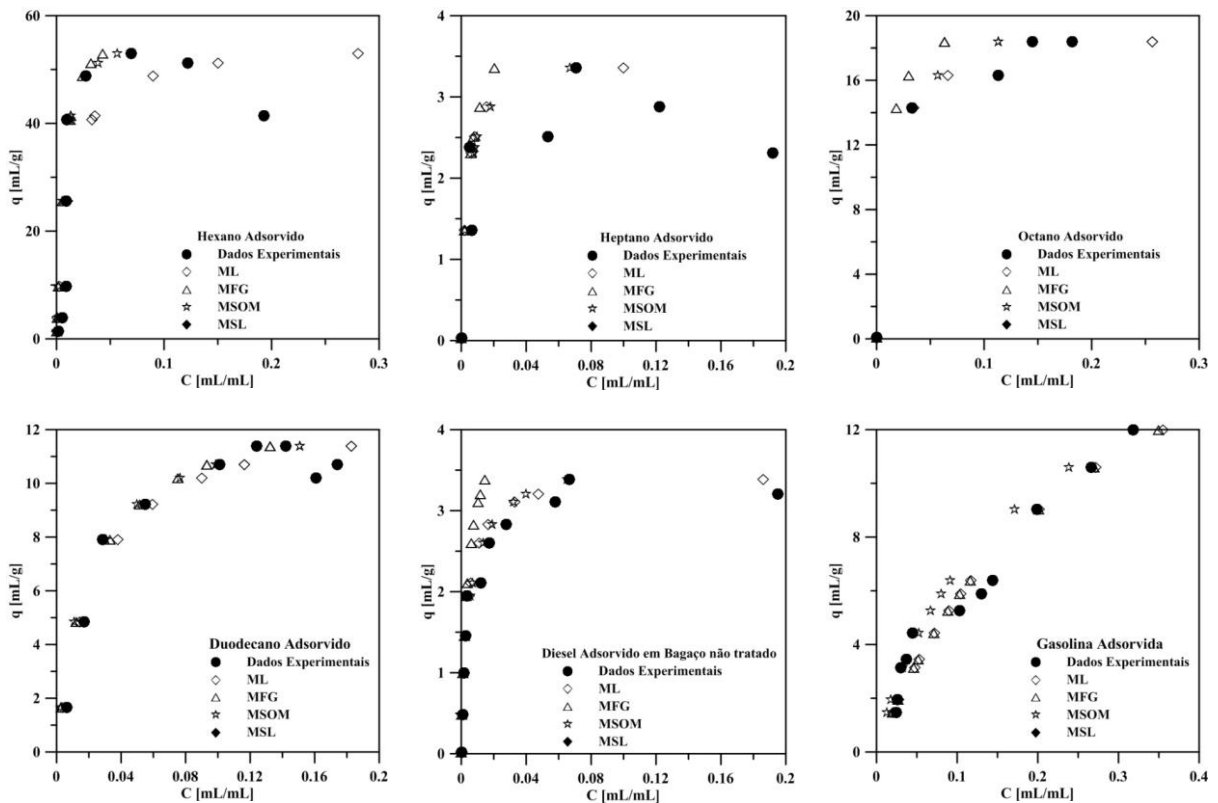


Tabela 5 – Desvios obtidos na modelagem realizada

| Modelo | DMR | | | | | | |
|--------|--------|---------|--------|-----------|----------|---------------------|---------------------|
| | Hexano | Heptano | Octano | Duodecano | Gasolina | Diesel ^a | Diesel ^b |
| ML | 1,26 | 0,72 | 0,41 | 0,30 | 0,23 | 0,54 | 0,74 |
| MFG | 0,59 | 0,76 | 0,58 | 0,25 | 0,22 | 0,62 | 0,70 |
| MSOM | 0,56 | 0,69 | 0,36 | 0,27 | 0,21 | 0,39 | 0,64 |
| MSL | 0,87 | 0,99 | 0,62 | 0,45 | 0,27 | 0,50 | 0,74 |

REFERÊNCIAS

- ARVELOS, S.; ROMANIELO, L. L. **Modelagem do equilíbrio de adsorção de mistura de metano, nitrogênio e hidrogênio em carvão ativado.** Anais 9º EBA, Recife, 2011.
- BRANDÃO, P. C. **Avaliação do Uso do Bagaço de Cana como adsorvente para remoção de contaminantes, derivados de petróleo, de efluentes.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, fevereiro de 2006.
- ROMANIELO, L. L., MARQUES, M. G. P., SILVA, F. L., **Adsorção de Hidrocarbonetos em Soluções Aquosas Utilizando Bagaço de Cana,** Anais do 7 EBA, Campina Grande, 2008.
- RUBIO, J; RIBEIRO, T. H.; SMITH, R. W. **A Dried Hydrophobic Aquaphyte as an Oil Filter for Oil/Water Emulsions.** *Spill Science & Technology Bulletin*, Great Britain, Vol. 8, n. 5-6, p.483-489, 2003.
- VASCONCELOS, S. P.; VASCONCELOS, C. F. **Análise do comportamento estratégico em preços no mercado de gasolina brasileiro: modelando volatilidade.** *Revista Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 26, n. 50, p. 207-222 setembro de 2008.

EMPREGO DO RESÍDUO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) MODIFICADO COM HC₂ NO TRATAMENTO DE EFLUENTE

Natália Carolina de Araújo⁽¹⁾; Willian Geraldo da Silva⁽²⁾, Dayene do Carmo Carvalho⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
natalia29_11@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Ambiental - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
williang18@hotmail.com

⁽³⁾ Professora das Engenharias - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. dayenecc@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de efluentes, sendo que, o setor de acabamento dos vestuários é o que descarta a maior parte dos poluentes. Estima-se que aproximadamente 90% das espécies químicas utilizadas no beneficiamento têxtil, incluindo os corantes, são eliminadas nos efluentes após o seu uso (CISNEROS et al, 2002).

De acordo com BONIOLO (2008), os efluentes contaminados devem passar por tratamento para serem descartados de maneira segura no meio ambiente. Dentre os diversos tipos de metodologias para o tratamento efluentes são a coagulação/floculação, a oxidação e a adsorção através da adição de inúmeros auxiliares químicos, podendo assim aumentar os problemas ambientais, devido serem mal manuseados e ter grande carga tóxica (ANDRADE, 2003).

Existem diversas materiais renováveis e de baixo custo que podem ser utilizadas para tratar efluentes têxteis, dentre elas estão os resíduos agroindustriais, que estão disponíveis em grande quantidade, são uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico como ambiental (AVELAR et al, 2010).

Diante do exposto é imprescindível a conscientização ambiental para a utilização de métodos mais naturais, eficazes, eficientes e de baixo custo. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade adsorptiva de corantes no efluente têxtil, utilizando sementes modificadas do maracujá (*passiflora edulis*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes do maracujá utilizada nesse trabalho foram fornecidas pela Frutpres, situada em Presidente Olegário-MG. O material foi seco em estufa, triturado e peneirado,

utilizando o material retido em 9 *mesh*. Os ensaios foram realizados com efluentes coletados de uma indústria têxtil na cidade Patos de Minas-MG.

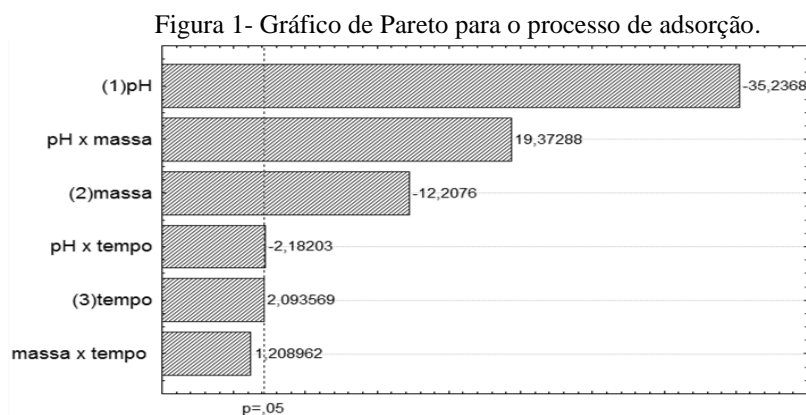
Para modificação química, utilizou-se 250 ml de solução de HCl a $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$, com 200g de material, em agitação a 175 rpm por 1 hora a temperatura ambiente. Após filtração, o resíduo foi seco em estufa a 60°C por 72 horas.

No planejamento experimental as variáveis analisadas foram: pH, tempo de contato e massa. Assim, foi realizado um planejamento fatorial 2^3 realizado em triplicata, em regime de batelada. Os cálculos foram realizados com auxílio do programa *Statistica for Windows*® versão 7.0 com nível de confiança de 95%.

Para o estudo fatorial foram adicionados: mínimo de 0,1g e máximo de 1,0g de material em 50 mL de efluente. Os valores de pH (2, 6 e 10) foram corrigidos e ajustado com HCl e NaOH a $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ com auxílio de pHmetro (Tecnal® TEC2). As soluções foram agitadas em uma mesa agitadora (Tecnal® TEC2) a 175 rpm por 1 hora e foram filtradas. As análises do filtrado, foram realizadas por espectrofotômetro UV-VIS (*Thermo Spectronic*), a fim de verificar a remoção de cor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se o Gráfico de Pareto com os efeitos para as variáveis do planejamento e suas interações.



Fonte: Autor (2016)

Analisando-se os dados experimentais, observa-se que dos parâmetros estudados, apenas o pH, pH x massa e massa foram significativos.

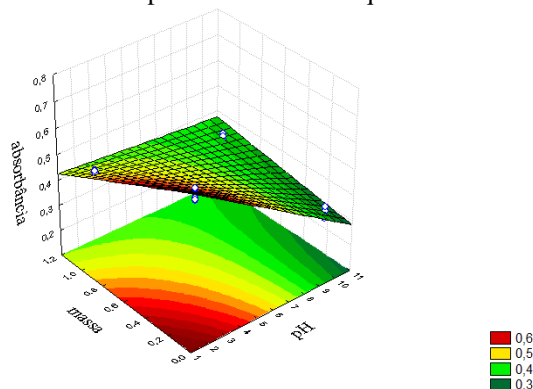
O valor negativo no diagrama de Pareto para o pH indica que à medida que o pH diminui a remoção do corante aumenta. Para o resultado negativo da massa, significa que à medida que diminui a quantidade de massa de adsorvente obtém-se um aumento na capacidade de adsorção.

A interação pH X massa possui sinal positivo, indicando que ambos interagem e são significativos para o processo de remoção de corante no efluente têxtil.

Os demais parâmetros estudados (pH e tempo, massa e massa e tempo) não foram significativos estatisticamente, consequentemente, os mesmos não interferem relativamente na remoção do efluente.

Após a avaliação do Gráfico de Pareto foi plotado um gráfico de superfície para avaliar as tendências dos resultados obtidos no planejamento, apresentado na Figura 2.

Figura 2: Efeito de pH e massa sobre a quantidade adsorvida



Fonte: Autor (2016)

A Figura 2 demonstra que há uma tendência de melhor remoção do corante têxtil no efluente, em menores valores de pH do que o testado (pH=2) e em quantidades menores que 0,1 de massa de adsorvente. O aumento da capacidade de adsorção com a quantidade de adsorvente empregada pode estar associado ao aumento da quantidade de sítios ativos necessários à acumulação e à interação de moléculas do efluente, desde que, a quantidade de moléculas de efluentes se mantenha constante, a quantidade de adsorvente pode ser considerada uma medida diretamente proporcional ao número de sítios em interação (BROTEL,2013). Observando essa tendência a massa mínima testada de 0,1g e o pH=2,0, devem ser reduzidos em testes futuros para avaliar melhores remoções.

SILVA (2015) avaliou 0,5 e 1,5g de fibra do Ouricuri e observou que 0,5g para 50 ml da solução do corante azul de metileno foi a quantidade ótima em seus testes. No presente trabalho, a massa mínima testada foi cinco vezes menor e ainda apresentou possibilidade de redução para melhoria da remoção.

O pH afeta a carga superficial do adsorvente podendo promover ou deprimir a ionização dos componentes do sistema em adsorção (adsorvente e adsorvato). O pH pode também ocasionar a dissociação de grupos funcionais presentes na superfície do adsorvente e mudar a estrutura molecular do corante, afetando o processo de adsorção dos efluentes. A maioria dos corantes possuem cargas negativas oriundas principalmente de grupos sulfônicos, as atrações eletrostáticas devem possuir uma contribuição considerável para as interações (SCHIMMEL, 2008).

KIMURA (2001) avaliou o tratamento de efluentes por adsorção usando quitosana pulverizada e na forma de microesfera, sendo que os melhores resultados foram encontrados em pH=2,0 com remoção de 90% aplicando 60 g/L de material pulverizado. Foi observado que o adsorvente foi eficiente na remoção de corantes reativos de efluente têxtil em meio ácido. Em contraste, observa-se que para a semente modificada neste trabalho, usa-se menores quantidades de material em condições e remoção próxima.

4. CONCLUSÕES

- (i) os melhores resultados obtidos foram com pH ácido e com baixas quantidades de adsorvente, mostrando-se eficiente no tratamento de efluente têxtil;
- (iii) por se tratar de um resíduo, a semente apresenta-se como uma alternativa econômica e viável para o tratamento de efluente têxtil;
- (iv) os resultados apresentados mostram uma tendência na redução de pH e massa, assim, testes futuros devem ser realizados para determinação dos valores ótimos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.M.; PASSOS, P.R.A.P.; MARQUES, L.G.C.; OLIVEIRA, L.B.; VIDAURRE, G.B.; ROCHA, J.D.S. *Pirólise de resíduos do coco-da-baía (Cocos nucifera Linn) e análise do carvão vegetal*. R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.707-714, 2004.



AVELAR, F. F.; BIANCHI, M. L.; GONÇALVES, M.; MOTA, E. G. The use of piassava fibers (*Attalea funifera*) in the preparation of activated carbon. **Bioresource Technology**. Essex, v. 101, n. 12, p. 4639–4645, 2010.

BONIOLO, M. R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia nuclear) - Centro de Química e Meio Ambiente, CQMA Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN-MCT, São Paulo, 2008.

BOTREL, B. M. C. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na adsorção do corante azul de metileno: aliança favorável entre viabilidade econômica e desenvolvimento sustentável**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CISNEROS, R. L.; ESPINOZA, A. G.; LITTER, M. I. **Photodegradation of an azo dye of the textile industry**. *Chemosphere* v.48, p.393-399,2002.

KIMURA, I. Y. **Remoção de corantes reativos contendo grupos vinilsulfona e triazina por adsorção e coagulação/floculação com quitosana**. Dissertação (Pós-graduação em química) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 198 f. 2001.

SILVA, T. S.; HENRIQUE, D. C.; MEILI, L.; SOLETTI, J. I.; CARVALHO, S. H. V. **Utilização da fibra do ouricuri (*syngorus coronata*) na remoção do corante azul de metileno: variáveis de processo e isoterma de adsorção**, p. 1230-1239 . In: **In Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados - ENEMP 2015** [=Blucher Engineering Proceedings]. São Paulo: Blucher, 2015.

PRODUÇÃO DE DESODORANTE ANTITRANSPIRANTE A BASE DE EXTRATO GLICÓLICO DE *Portulaca oleracea L.*

Carolina Lima Miranda⁽¹⁾; Guilherme Oliveira Dias⁽²⁾; Lindolfo Neiva Gonçalves⁽³⁾; Thaís Rodrigues Costa⁽⁴⁾; Maria Perpetua Oliveira Ramos⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
CIm_girl87@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
gvplos@yahoo.com..

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
lindolfoneiva@hotmail.com.

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
Thaiscosta_92@hotmail.com.

⁽⁵⁾ Professor do curso de Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
perpetor@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A Beldroega (*Portulaca oleracea L.*) pertence à família *Portulacaceae*, sendo uma planta anual, de 20 á 40 centímetros, de crescimento rápido, rasteira com folhas espessas, carnudas e com flores amareladas com cinco pétalas, encontrada em todo o território brasileiro (EMBRAPA). Também é uma planta que possui propriedades antibacteriana, antiescorbútica, anti-inflamatória, antipirética, colérica, depurativa, diurética, emoliente, laxante, sudorífera, vermífuga (ROCHA 2013).

Portulaca oleracea L apresenta entre outros os metabolitos especiais; cumarinas, heterosídeos que apresentam diversas propriedades, dentre elas a do dicumarol que é anticoagulante, a dos furano-derivados com ação sobre o vitiligo, entre outras; esteroides, compostos com 28 ou 29 carbonos, diferindo do colesterol (27 carbonos) pela presença de uma ramificação metila ou etila adicional na cadeia carbônica (OLIVERIA, 2004).

Na fitocosmetologia a utilização de plantas na produção de fitocosméticos é devido a suas propriedades anti-bactericida, anti-inflamatórias e fungicidas que contribui para uma higiene pessoal saudável. Um desses fitocosmeticos mais utilizados é o desodorante, por isso o presente trabalho demonstra a produção de um cosmético essencial à saúde.

Os desodorantes reduzem o odor das axilas, através das fragrâncias que mascaram o odor, e do mecanismo que controla as bactérias (antibacterianos) (ALVES et al 2006). Eles são

constituídos por veículos (líquidos, sólidos, pastosos ou fluídos) contendo bactericidas ou bacteriostáticos que não podem degradar derivados proteicos do suor em aminas e amidas e, portanto, pode-se evitar a formação do odor corporal (BARATA et al 2003).

Os antitranspirantes têm como função reduzir a transpiração. Contêm sais de alumínio e zircônio, capazes de contrair os poros e diminuir a produção das glândulas sudoríparas (ALVES et al 2006). Essa redução tem que ser de forma que não bloqueie toda a sudoração natural, os sais adstringentes têm essa função. Essas substâncias adstringentes fazem a coagulação das proteínas em solução, em pH bastante baixo (BARATA et al 2003).

O objetivo desse trabalho foi produzir um desodorante antitranspirante a base de extrato glicólico de *Beldroega*, devido aos metabólitos secundários encontrados na planta, cuja ação é de fungicida, bactericida e anti-inflamatória.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de extração dos metabólitos foi realizado em etapas. Primeiramente foi feita a coleta da planta na Fazenda Jardim, no município do Carmo do Paranaíba-MG, no primeiro semestre de 2015. Foi preparada uma exsicata da planta coletada e encaminhada para o Herbário *Mandevilla* sp. situado no bloco M do UNIPAM. Após limpeza, foi realizada a separação de folhas, caules e das raízes da planta e colocados em uma estufa a 45°C por 7 dias. Os testes para identificação dos metabólitos especiais e de estabilidade do desodorante foram realizados nos laboratórios de Química situados no bloco M. A formulação do desodorante ocorreu no laboratório de tecnologia farmacêutica, situado no bloco D. Todos pertencentes ao UNIPAM. Após a trituração da planta em um liquidificador industrial Metvisa 6 litros copo inox LQL.06, foram realizados os testes de identificação dos metabólitos especiais. Para o teste de cumarina, preparou-se um extrato etanólico. O mesmo foi gotejado em papel filtro juntamente com hidróxido de potássio (KOH), seguido da revelação em UV 365nm como agentes reveladores. A identificação de óleos essenciais foi realizada em cromatoplaça em sílica gel 60, eluindo em 15 mL de água destilada e revelando-se em uma atmosfera com iodo. A fase líquida ascende por uma fina camada de adsorvente estendida sob um suporte e, assim, foi perceptível o aparecimento dos óleos essenciais.

Para a preparação do extrato a ser adicionado no desodorante, foi realizado a extração glicólica de *Portulaca olerácea* com a pesagem de 200 gramas da planta já desidratada e triturada. Ao pó, adicionou-se 20 mL de álcool cereal e 180 mL de glicerina, em repouso por 5 dias em frasco âmbar coberto por papel alumínio. Posteriormente aqueceu-se o líquido em banho-maria por 1 hora, seguido por uma filtração com algodão e por último o resfriamento do filtrado.

A preparação do desodorante antitranspirante seguiu o método de Corrêa (CORREA 2012). Misturou-se sob aquecimento a 80°C, 400g de POLAWAX, 50g de estearato de octila e 1,25g de butilhidroxitolueno (BHT). Em outro béquer, adicionou-se 1000 g de água purificada em aquecimento e, sob agitação, 7,5 g de hidroxietilcelulose, 4,5 g de metilparabeno e 0,5 g de propilparabeno solubilizados em 100 g de propilenoglicol. Em seguida, juntou-se a solução com 5g de imidazolidinil ureia e misturou até homogeneizar. Após preparo das duas soluções, foi despejada a segunda sobre a primeira sob agitação constante e resfriou-se o sistema. Por fim, adicionou-se 1000 g de cloridróxido de alumínio até homogeneização, 25 g de silicone volátil, a fragrância e o extrato glicólico da planta, sob agitação até alcançar aspecto homogêneo.

Uma alíquota de 200 g do produto foi separada para análises físico-químicas. Calculou-se a densidade pela fórmula: $Densidade = massa / volume$. O teste de determinação do *pH* da amostra foi realizado utilizando-se um *pHmetro* calibrado com soluções padrões de *pH* conhecidos. Para o teste de viscosidade utilizou-se viscosímetro rotativo modelo Q-860A21. Os testes organolépticos foram realizados através do tato, visão e olfato onde analisou-se aspecto, cor e odor.

Finalizado os testes e utilizando espátulas esterilizadas, transferiu-se o produto final para embalagens tipo *roll-on* e rotuladas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas análises realizadas, o extrato de *Portulaca Oleracea*, apresentou testes positivos para os seguintes metabólitos secundários: cumarinas, óleos essenciais, esteroides. Segundo Huai-wei, Jia-qi e Shao-jiang (2008), *Portulaca oleracea L.* contém muitos

constituintes químicos incluindo ácidos orgânicos, flavonoides, terpenos, cumarina e alcaloides.

Foram realizados os testes físico-químicos do desodorante antitranspirante sendo que o teste de *pH* esta entre os resultados esperados de 3,6. Segundo a literatura, desodorantes antitranspirantes cuja formulação contenha Alumínio, o pH final é ácido (pH 3,6 -4,0) (CORRÊA, 2012).

Para o estudo da densidade comparou-se uma amostra comercial. Amostra comercial que apresentou densidade 0,712 g/mL e o produto com extrato de *Portulaca oleracea* 0,9457 g/mL.

4. CONCLUSÕES

- (i) O desodorante antitranspirante com extrato da *Portulaca oleracea* dispõe sobre os requisitos técnicos para concessão de produtos de higiene pessoal, de acordo com a ANVISA.
- (ii) A formulação contém ingredientes aceitáveis para consumo, o odor e a cor são agradáveis.
- (iii) Foram identificados em teste fitoquímicos a presença de cumarina, esteroides e óleos essenciais.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. L. T.; TERCI, D. B. L.; TERCI, D.; PINHEIRO, T. Ap. L.; PINHEIRO, A. S. **Fisiologia da Sudorese e Ação de Desodorantes e Antitranspirantes**. Cosmetics & Toiletries. Vol.18. Kosmoscience. Valinhos-SP, set-out 2006. Pg. 42-45.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/#/visualizar/29338>>. Acesso em: 20 set. 2015.

BARATA, E. A Cosmetologia. **Princípios Básicos**. In:BARATA, E. Desodorantes e Antiperspirantes. São Paulo: Tecnopress, 2003.

CORRÊA, Marcos Antonio. **Cosmetologia: Ciência e Técnica**. São Paulo: Medfarma, 2012.

EMBRAPA. **Panorama Fitossanitário Cultura do Milho: Beldroega (Portulaca oleracea l.)**. Disponível em: <<http://panorama.cnpms.embrapa.br/plantas-daninhas/identificacao/folhas-largas/beldroega-portulaca-oleracea-l>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

HUAI-WEI, Ding; JIA-QI, Yao; SHAO-JIANG, Song. **Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of Portulaca oleracea L.** : Journal of Shenyang Pharmaceutical University. 2008. Disponível em: <http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SYYD200810019.htm>. Acesso em: 28 maio 2015.



OLIVEIRA SIMÕES, Cláudia Maria (Org.) **Farmacologia da planta ao medicamento** 5 ed. Porto Alegre: UFS, 2004.

RICE, Eugene W.. **Standard Methods: For Examination Of Water And Wastewater**. 1905. Disponível em: <<https://www.standardmethods.org/>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

ROCHA, Filomena. Ervas de ontem e de hoje: Viagem ao Mundo fantástico das Alfaces, Alhos, Pepinos e Beldroegas. **Dia do Fascínio das Plantas - Ervas de ontem e de hoje**. 18 maio 2013 Mosteiro de Tibães, Braga, Portugal Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Filomena_Rocha/publication/268578102_Ervas_de_ontem_e_de_hoje_Viagem_ao_Mundo_fantastico_das_Alfaces_Alhos_Pepinos_e_Beldroegas/links/548d1e00cf214269f20e6c3.pdf> Acesso em 28 maio 2015.

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DOS PROCESSOS BIOFILTRO E FOTO CATÁLISE COMO PRÉ-TRATAMENTO DE EFLUENTE DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS.

Bruna Cristina Soares⁽¹⁾, Kênia Aparecida da Fonseca⁽²⁾, Lorena dos Anjos Landim⁽³⁾, Daniel Oliveira e Silva⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
bruna.soaresc@yahoo.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
kenia.aparecidafonseca@gmail.com.

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
lorenaalandim@gmail.com.

⁽⁴⁾ Professor do curso Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
danielos@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Entre as diversas indústrias que compõem a economia mineira, o setor laticinista ocupa papel de destaque. Segundo o SEBRAE (1997), são aproximadamente 1.200 indústrias que atuam formalmente em Minas Gerais, sendo 90% de pequeno e médio porte.

Sabe-se que as indústrias de laticínios geram resíduos sólidos, líquidos e emissões atmosféricas passíveis de impactar o meio ambiente. Independente do tamanho e potencial poluidor da indústria, a legislação ambiental exige que todas as empresas tratem e disponham de forma adequada seus resíduos. A forma mais viável de atender às normas de controle ambiental é buscar alternativas de reciclagem e reuso para os resíduos gerados reduzindo ao máximo os custos com tratamento e disposição final.

O objetivo desse projeto baseou-se em realizar um tratamento prévio utilizando um biofiltro e uma foto catálise para tratar o efluente de um laticínio, a fim de utilizar a água para a descarga nos sanitários da indústria.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O efluente foi devidamente coletado em uma indústria de laticínios na cidade de Patos de Minas – MG, e os experimentos conduzidos nos laboratórios de Química Orgânica, Central Analítica, Controle de Qualidade e Laboratório de Engenharia Química do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. O estudo sugere que a utilização do biofiltro é uma alternativa para o tratamento de efluentes, permitindo a reutilização da água para

operações posteriores de limpeza nas áreas de produção internas e externas. É um sistema biológico, com uma excelente eficiência em eliminação de matéria orgânica e com o alcance de excelente rendimento de purificação (SILVA; EYNG, 2013). O mesmo terá capacidade de 2L e previamente preenchido com pedra brita nº 0, pedriscos, uma camada de algodão, areia grossa e plantas aquáticas da espécie *Pistia Stratiotes*. Realizou-se a adaptação das plantas durante 15 dias para funcionamento adequado do sistema, e a inserção do efluente teve início no décimo sexto dia de operação, visando o aumento de eficiência de remoção do mesmo. Posteriormente realizou-se o processo Foto Fenton, onde foram usados três reatores abertos com 500 mL do efluente e adicionado a quantidade estequiométrica necessária de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em cada reator. O pH foi ajustado a uma faixa de 2,5 a 3,0 pela adição de H_2SO_4 9,0 mol/L e em seguida, adicionado um volume fixo de H_2O_2 . Com isso, foram expostos à radiação UV durante cinco horas e mantidos a agitação magnética, sendo que a cada hora de reação foram feitas outras três adições de H_2O_2 . Após as cinco horas esperou-se a decantação das partículas sólidas, seguido de uma filtração para retirada das mesmas. Posteriormente mantidos em repouso durante trinta minutos sob radiação UV, em seguida foi feita a correção do pH para 7 através da adição de CaO.

Para a caracterização do efluente, alíquotas foram separadas e caracterizadas quanto aos parâmetros de interesse para o processo (pH, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cor aparente, óleos e gorduras, sólidos totais, dureza total segundo normas recomendadas por métodos oficiais (APHA, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente bruto utilizado nos ensaios foi caracterizado conforme os métodos analíticos descritos anteriormente e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização do efluente bruto.

| Parâmetros | Valor encontrado |
|-----------------------|------------------|
| pH | 6,94 |
| Acidez (mg/L) | 0,044829 |
| Condutividade (mS/cm) | 0,73 |
| Cor Aparente | Amarelo claro |

| | |
|--|---------|
| Alcalinidade (mg.L- 1.CaCO ₃) | 0,29997 |
| Sólidos Totais (mg/L) | 5,36 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para o pré-tratamento do efluente utilizou-se o biofiltro, método baseado nos princípios e conceitos da sustentabilidade que buscam a valorização da qualidade ambiental, bem como o uso racional dos recursos (GONÇALVES et al., 2015). Para o processo fóton fenton/fotocatálise os experimentos foram realizados em triplicata, visando maior confiabilidade nos resultados obtidos.

Durante todo o processo os reatores operaram no sistema em batelada e os dois tratamentos foram realizados em triplicada para uma melhor confiabilidade dos resultados. Para o processo fóton-fenton/fotocatálise os resultados se mostraram muito eficientes, podendo ser aplicados em escala industrial para o tratamento de efluentes.

Tabela 3. Caracterização das amostras analisadas.

| Parâmetros | Reator I | Reator II | Reator III | Biofiltro | Legislação/ literatura |
|---|-----------|-----------|------------|-------------------------------|---------------------------|
| pH | 7,01 | 7,12 | 7,15 | 7,64 | 6,0 a 9,0 |
| Acidez (mg/L) | 0,0009972 | 0,0008765 | 0,0009149 | 0,001172 | 0,015 |
| Condutividade (mS) | 0,97 | 0,86 | 0,57 | 0,25 | 0,99 |
| Cor Aparente | Incolor | Incolor | Incolor | Amarelo claríssimo/incolor | Incolor |
| Alcalinidade (mg.L-1.CaCO ₃) | 0,02399 | 0,02348 | 0,02456 | 0,03866 | 75,1 |
| Sólidos Totais (mg/L) | 3,1025 | 2,9901 | 2,8674 | 1,43 | 4,42 |
| Dureza Total (mg/L.CaCO ₃) | 4675,2 | 3923,05 | 4239,3 | 9350,4 | 500 |

| | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|-----|
| Turbidez (NTU) | 1,22 | 1,20 | 1,23 | 1,56 | 0,4 |
|----------------|------|------|------|------|-----|

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

4. CONCLUSÕES

- (i) o foto catálise se trata de um processo rápido, de fácil manutenção, e custos relativamente baixos;
- (ii) mesmo com resultados a níveis elevados, esse efluente pode ser utilizado para reuso industrial, como nas descargas sanitárias sem causar prejuízos ao meio ambiente;
- (iii) este pode ser aprimorado através de novos processos ou novas concentrações de reagentes.

REFERÊNCIAS

APHA (1995). American Public Health Association American Water Works Association, Water Environment Federation. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater .19a*: Ed. Byrd. Reppress Springfield. 1. 134 p.

GONÇALVES, Tamara Engelmann et al. **O USO DE BIOFILTRO COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES**. 2015, Disponível em: <<http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/semic/article/view/13671>>. Acesso em: 30 maio 2016.

MENDES, Chrystian Soares; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes; TEIXEIRA, Erly Cardoso. Uma Análise do Insumo-Produto do Setor Lácteo Mineiro. **Documentos Técnico-científicos**, Viçosa, v. 42, n. 03, p.439-504, jul-set. 2011. Semestral. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1269>. Acesso em: 01 jun. 2016.

OLIVEIRA, Dhiogo Fillipe Vieira de. **FOTOCATÁLISE HOMOGÊNEA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**. 2015. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas. Mg, 2015.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE/MG. Diagnóstico da Indústria de Laticínios do Estado de Minas Gerias. Belo Horizonte, 2004.

SALAZAR, Rodrigo Fernando dos Santos. **Aplicação do processo oxidativo avançado (POA) como pré-tratamento de efluente de laticínio para posterior tratamento biológico**. Dissertação – Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade de São Paulo, 2009

SILVA, Danilo José P. da. RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS. Viçosa, p.1-20, jan. 2011. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais2.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

SILVA, Francielen Kuball; EYNG, Jonathan. O Tratamento de águas residuais de indústria de laticínios: Um estudo comparativo entre os métodos de tratamento com biofiltro e como sistema convencional de lagoas. **Revista Gest. Sust. Ambient.** Florianópolis, v. 1, n. 2, p.4-22, out.2012/mar.2013.



AVALIAÇÃO DO CLORETO FÉRRICO COMO COAGULANTE NO TRATAMENTO DE EFLUENTE PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

Junia Ariane Duarte Barroso⁽¹⁾, Isabel Cristina de Souza Oliveira⁽²⁾, Ismênia de Kássia da Silva Domingos⁽³⁾, Stefane Divina da Cunha⁽⁴⁾, Dra. Renata Nepomuceno da Cunha⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
juniaduarte123@gmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
isabeloliveirassouza@gmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
ismeniaksd@outlook.com

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química- Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
stefane.engquimica@gmail.com

⁽⁵⁾ Professora do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
renatanepc@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui elevado potencial no setor agrícola, uma das principais bases econômicas. A produção de fertilizantes é destaque mundial, apesar de não atender à demanda nacional, sendo necessário recorrer à importação (SAAB, et al. 2008). Este tipo de indústria dedica-se à fabricação de nutrientes essenciais às plantas.

Dentre os fertilizantes produzidos, destacam-se aqueles cujas reservas minerais são de fosfato e são dimensionadas em 370 milhões de toneladas de concentrado de rocha (P_2O_5), cuja principal jazida se encontra em Tapira (MG), seguida das reservas em Patos de Minas (MG), Araxá (MG), Catalão (GO) e Cajati (SP) (SAAB, et al. 2008).

O processo de obtenção de fertilizantes envolve elevada demanda de água, o que gera preocupação com o destino final do efluente e com seu aproveitamento. O setor industrial constitui-se na principal e mais diversificada fonte de introdução de metais pesados no ambiente aquático. Quando não tratado corretamente, o efluente se estende à bioacumulação na cadeia alimentar, à escassez de oxigênio na vida aquática e à contaminação dos lençóis freáticos (JORDÃO, et al. 1998).

Sendo assim, os princípios da gestão ambiental, que buscam o equilíbrio entre a produtividade dos recursos e o desenvolvimento social, lançam mão de ferramentas indispensáveis para a

elaboração de estratégias de manejo que visem à conservação e a recuperação dos recursos hídricos (ESPÍNDOLA, et al; 2000).

O efluente utilizado como objeto de estudo é oriundo da produção de fertilizante fosfatado. Possui coloração amarronzada, não possui odor forte, mas se constituindo por metais pesados. Dentro desse contexto, com o intuito de avaliar descritivamente a influência do coagulante cloreto férrico no tratamento do efluente descrito anteriormente, este artigo engloba alguns parâmetros de análise, tais como, pH, turbidez e coagulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O efluente avaliado foi cedido por uma empresa de produção de fertilizante fosfatado, localizada no Triângulo Mineiro. As amostras foram acondicionadas em recipientes de 5 L. As análises físico-químicas (pH, turbidez e oxigênio dissolvido) foram realizadas no Laboratório de Monitoramento Ambiental do UNIPAM.

Os ensaios experimentais de coagulação foram conduzidos em jarro teste, sendo adicionados volumes distintos de cloreto férrico (T1 com 10 ml de cloreto férrico, T2, com 20 ml e T3 com a adição de 30 mL), adotando-se mistura rápida seguida por mistura lenta. Após a coagulação as amostras foram filtradas utilizando-se o papel de filtro como meio filtrante. O material retido foi submetido à estufa para avaliação dos sólidos suspensos. Os filtrados obtidos foram novamente avaliados por meio de propriedades físico-químicas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 explicita os parâmetros físico-químicos obtidos para o efluente bruto. Verifica-se que o efluente possui pH neutro, fato esse que contribuiu para a formação dos flocos, não sendo necessária a correção do pH, pois o cloreto férrico possui significativa eficácia em condições de pH entre 5 a 11.

Para o parâmetro turbidez obteve-se o valor de 2,2 NTU. Destaca-se que a turbidez representa o grau de interferência devido à matéria em suspensão na água ser capaz de afetar sua transparência e a capacidade da passagem de luz através da água. A turbidez é uma característica que consiste na medição da resistência oferecida pelas águas à passagem dos

raios luminosos, que varia de acordo com a razão inversa da transparência (VON SPERLING, 2006).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998). As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pelo consumo e pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), por perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos – ferro (II) e manganês (II). O resultado obtido para o oxigênio dissolvido foi de 4,92 ppm.

Tabela 1: Características físico-químicas do efluente bruto

| Parâmetros | Efluente bruto |
|---------------------|----------------|
| pH | 7,11 |
| Turbidez | 2,2 NTU |
| Oxigênio dissolvido | 4,92 ppm |

Após os tratamentos de coagulação e filtração, foram feitas análises quantitativas e os novos parâmetros foram obtidos conforme a Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Características do efluente após tratamento por coagulação e filtração

| Parâmetros | T1 | T2 | T3 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| pH | 6,85 | 5,7 | 5,2 |
| Turbidez | 1,06 NTU | 2,4 NTU | 3,8 NTU |
| Oxigênio dissolvido | 4,44 ppm | 4,48 ppm | 4,73 ppm |
| Sólidos suspensos | 132,10 g/L | 173,29 g/L | 151,07 g/L |

Pelos resultados obtidos, infere-se que a amostra contendo 10 mL de cloreto férrico (T1) atingiu valor ideal de pH (6,85), estando dentro das normas do Art. 15 da Deliberação

CONAMA (2005). As amostras contendo 20 e 30 mL, T2 e T3, respectivamente, não apresentaram a mesma eficiência no que tange aos padrões ideais de pH.

No tocante à turbidez, o tratamento T1 foi o que atingiu maior êxito, uma vez que o limite desse parâmetro varia de 0,5 a 5,0 NTU conforme dados apresentados por estudos de limnologia da UFRRJ.

O oxigênio dissolvido ideal de acordo com a Resolução CONAMA 357/05(2) é de 5,0 mg/L, revelando que nenhuma das amostras do tratamento por coagulação atingiu o valor esperado, contudo chegando a valores bem aproximados.

Para os sólidos suspensos, valores mais baixos foram obtidos no T1.

4. CONCLUSÕES

- (i) Notou-se uma maior eficácia do efluente tratado com 10 mL do coagulante cloreto férrico;
- (ii) Os parâmetros obtidos atenderam às normas ambientais baseando-se no artigo 15 da Deliberação Normativa nº 10/86 do Estado de Minas Gerais;

5. REFERÊNCIAS

SAAB, ALI ALDERSI; PAULA, RICARDO DE ALMEIDA. **O mercado de fertilizantes no Brasil diagnósticos e propostas de políticas**. SÃO PAULO: POLÍTICA AGRÍCOLA, 2008.

JORDÃO, Cláudio Pereira et al. Contaminação por crômio de águas de rios proveniente de curtumes em minas gerais. Viçosa: **Química Nova**, 1998.

ESPÍNDOLA, et al; **Análise diagnóstica da qualidade da água e o estado trófico do reservatório de barra bonita**. SP- Barra Bonita, 2000.

CAVALCANTI, José Eduardo W. de A. **Manual de tratamento de efluentes industriais**

CONAMA. Resolução nº 6938, de 17 de março de 2005. **RESOLUÇÃO NO 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**: Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 053. ed. Brasília

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte, Vol. 1, DESA/UFMG, 2006.