

I Mostra de Trabalhos de
Engenharia Química



I Mostra de Trabalhos de
Engenharia Química



ANAIS da I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química

I MTEQ

Santo Ângelo – RS
FuRI
2017



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



FORMATAÇÃO

Gabriella de Fátima Feix Suski, Secretária, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil

CATALOGAÇÃO NA FONTE

M916a Mostra de Trabalhos de Engenharia Química (2017 : Santo Ângelo, RS)
Anais da I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química-
I MTEQ / Organização: Isaac dos Santos Nunes. – Santo Ângelo :
FuRI , 2017.
53 p.

ISBN 978-85-7223-461-0

1. Engenharia química - Anais. I. Nunes, Isaac dos Santos
(org.)

CDU: 66.0:061.3

RESPONSÁVEL PELA CATALOGAÇÃO

Fernanda Ribeiro Paz, Bibliotecária CRB 10/ 1720, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil



**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO
URUGUAI E DAS MISSÕES – URI**

Reitor: Luiz Mario Silveira Spinelli

Pró-Reitor de Ensino: Arnaldo Nogaro

Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação: Giovani Palma Bastos

Pró-Reitor de Administração: Nestor Henrique de Cesaro

CAMPUS DE SANTO ÂNGELO

Diretor Geral: Gilberto Pacheco

Diretor Acadêmico: Marcelo Paulo Stracke

Diretora Administrativa: Berenice Beatriz Rossner Wbatuba

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**ANAIS DA I MOSTRA DE TRABALHOS DE ENGENHARIA
QUÍMICA – I MTEQ**



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



ORGANIZAÇÃO

Isaac dos Santos Nunes, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil

COMITÊ CIENTÍFICO

Anderson Strapazzon Grazioli, Eng. Químico, Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil;

Daiane Skupin Da Silva, Doutora, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Ederson Rossi Abaide, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Elizandra Gomes Squisani, Química, Instituto Federal Farroupilha, RS, Brasil;

Eric da Cruz Severo, Mestre, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil;

Estela Bresolin Pereira Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Gabriel Porto Quadros, Eng. Químico, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil;

Isaac dos Santos Nunes, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Nataly Leidens, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Patrícia Siqueira Alves, Doutora, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil.



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



SUMÁRIO

EXPEDIENTE

Pág. 1

PLENÁRIAS

Pág. 8

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO SÓLIDO PÓ DE EXAUSTÃO NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS

Tatiéli. P. Anibele, Antônio. V. dos Santos

Pág. 9

AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DO HERBICIDA 2,4-D DE SOLUÇÃO AQUOSA EM BIOMASSA PROVENIENTE DE SEMENTE DE ACEROLA

Isabel Rauber Barth, Isaac dos S. Nunes, Ederson Rossi Abaide

Pág. 12

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL

Julia Isabel Schmidt, Nataly Leidens

Pág. 15

PURIFICAÇÃO DA GLICERINA BRUTA OBTIDA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Caroline Klinger, Nataly Leidens

Pág. 19

PÔSTERES

Pág. 22

ANÁLISE DA EXTRAÇÃO DE TRIMIRISTINA DE NOZ MOSCADA

Gean Carla Demari, Gisela Taís Demari, Jocelaine Rigo, Tatiane S. de Oliveira, Isaac dos S. Nunes

Pág. 23

AVALIAÇÃO DA CORROSÃO DE LIGAS METÁLICAS

Suelly R. Hollas, Bruna T. K. Tusset, Caroline Engelmann, Danieli E. Becker, Isaac dos S. Nunes

Pág. 25



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



AVALIAÇÃO DA OBTENÇÃO DE CAFEÍNA UTILIZANDO EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

Paula G. D. Porta, Gabriele K. Dupont, Kamilla O. Rodrigues, Julia C. Diel, Isaac S. Nunes, Mirela A. Reis

Pág. 26

AVALIAÇÃO DA REATIVIDADE DE METAIS

Danieli E. Becker, Bruna T. K. Tusset, Caroline Engelmann, Isaac dos S. Nunes, Suelly R. Hollas

Pág. 27

AVALIAÇÃO DA SEDIMENTAÇÃO DESCONTÍNUA DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Tatiéli. P. Anibele, Ana C. Steffen, Gabriela Menin, Isaac dos S. Nunes

Pág. 29

AVALIAÇÃO DA SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE ÁGUA E ACETONA POR DESTILAÇÃO SIMPLES E FRACIONADA

Gabriele Dupont, Cláudia L. Hahn, Keli T. Sallet, Júlia C. Diel, Mirela A. Reis, Paula G. D. Porta, Isaac dos S. Nunes

Pág. 30

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE PARTÍCULAS

Julia Isabel Schmidt, Isaac dos S. Nunes, Caroline Klinger, Isabel Rauber Barth

Pág. 32

DETERMINAÇÃO COMPLEXOMÉTRICA DE ZINCO EM SHAMPOO

Gabriele Dornelles Ávila, Caroline Dahmer, Estela Bresolin Pereira

Pág. 34

DETERMINAÇÃO DA ORDEM DE UMA REAÇÃO QUÍMICA: MÉTODO DA VELOCIDADE INICIAL

Kamilla Osório Rodrigues, Ivan Carlos Casagrande

Pág. 36

DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO EM SUCO DE LARANJA COMERCIAL

Caroline da R. Pereira, Nadine A. Löeblein, Estela B. Pereira

Pág. 38

DETERMINAÇÃO DE CARBENDAZIM EM AMOSTRAS DE ÁGUA DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS POR DLLME E HPLC-FLD

Dionatan Rafael Sobucki, Daiane Skupin da Silva

Pág. 39



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



DETERMINAÇÃO DE COBRE EM SOLUÇÃO ATRAVÉS DE ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

Júlia C. Diel, Gabriele K. Dupont, Mirela A. Reis, Paula G. D. Porta, Estela B. Pereira
Pág. 40

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO NA ÁGUA SANITÁRIA

Dinalva Schein, Viviane Fernanda Piveta, Estela Bresolin Pereira
Pág. 41

EMPREGO DA EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÓLEOS DE ALIMENTO DE MILHO INDUSTRIALIZADO

Carolina S. Fronza, Dara F. Nehring, Dinalva Schein, Gabriela A. K. Bremm, Isaac dos S. Nunes
Pág. 42

ENSAIO DE SEDIMENTAÇÃO DESCONTÍNUA DE CaCO_3

Caroline Klinger, Isaac dos S. Nunes, Isabel Rauber Barth, Julia Isabel Schmidt
Pág. 43

ESTUDO DE MOAGEM E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE ARROZ

Isabel Rauber Barth, Isaac dos S. Nunes, Caroline Klinger, Julia Isabel Schmidt
Pág. 44

EXTRAÇÃO DA CAFEÍNA DO CHÁ MATE ATRAVÉS DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

Larissa de Oliveira Liberalesso, Caroline Camargo Dahmer, Andressa Tainá Maboni, Gabriele Dornelles Ávila, Isaac dos S. Nunes
Pág. 45

EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA SEMENTE DO AMENDOIM

Jéssica M. Kumm, Paula F. Weber, Caroline da R. Pereira, Nadine A. Löeblein, Isaac dos S. Nunes
Pág. 46

MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO DE LEITO DE JORRO PARA SECAGEM DE ARROZ

Crisleine P. Draszewski, Emanuele S. Silva, Francisco D. Vezaro, Juliane. F. Bueno, Lauri. V. Krebs Júnior, Isaac S. Nunes
Pág. 47

PROTÓTIPO DE COLETOR DE PÓ CICLONE COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO BUSCANDO UMA CONFIGURAÇÃO DO TIPO LAPPLE

Keli T. Sallet, Cláudia L. Hahn, Júlia C. Diel, Gabriele K. Dupont, Isaac dos S. Nunes
Pág. 48



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



PROTÓTIPO DE PENEIRA ROTATÓRIA COM MATERIAS REUTILIZADOS

Ariele S. Pirola, Bianca M. Marques, Luiz F. S. Silva, João V. R. Reis; Isaac S. Nunes
Pág. 49

TRANSPORTADOR DE SÓLIDOS HELICOIDAL EM ESCALA LABORATORIAL

Bruna L. Weschenfelder, Jéssica A. da S. Krüger, Paula G. D. Porta, Rogerio Lodi,
Tiago M. Heirich, Isaac dos S. Nunes
Pág. 50

UTILIZAÇÃO DA DESTILAÇÃO FRACIONADA PARA SEPARAÇÃO DE MISTURA DE ÁGUA E ACETONA

Jéssica A. da S. Krüger, Fabiana R. Kinsel, Débora C. Pretto, Cristiane Lautharte,
Isaac dos S. Nunes
Pág. 51

UTILIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE GORDURAS EM ALIMENTOS

Gabriele K. Dupont, Isaac dos S. Nunes, Julia C. Diel, Kamilla Osório, Mirela A. Reis,
Paula G. Dalla Porta
Pág. 52

TRABALHOS PREMIADOS

Pág. 53



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*

Realização



SANTO ÂNGELO



PLENÁRIAS



APROVEITAMENTO DO RESÍDUO SÓLIDO PÓ DE EXAUSTÃO NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS

Tatiéli. P. Anibele^{1*}, Antônio. V. dos Santos¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: tatypivoto@hotmail.com

Palavras chave: resíduo industrial; pó de exaustão; cerâmicas; refratários.

1.Introdução

O processo de industrialização e manufatura de novos produtos refletem no surgimento de novas plantas industriais e em desenvolvimento econômico e social. Em contrapartida, reflexos negativos são percebidos, quando são observados os imensos volumes de resíduos da indústria que se acumulam no meio ambiente [1].

A indústria de fundição é reconhecidamente um dos setores industriais que vem investindo grande esforço na busca por alternativas para minimizar os impactos ambientais do seu processo produtivo. O principal desafio é reduzir os volumes de resíduos, como areia, escória e pós de fundição [2].

O pó de exaustão é um resíduo gerado nas indústrias de fundição durante a fabricação de peças nos moldes de areia. De acordo com a literatura [3], excelentes opções para absorver esses resíduos são as indústrias de concreto, cimento e cerâmica. As formulações de massas cerâmicas permitem o emprego de uma vasta gama de matérias primas diferentes entre si, por isso, as cerâmicas podem ser uma alternativa viável de absorver os subprodutos originados industrialmente como, por exemplo, os subprodutos da fundição [4].

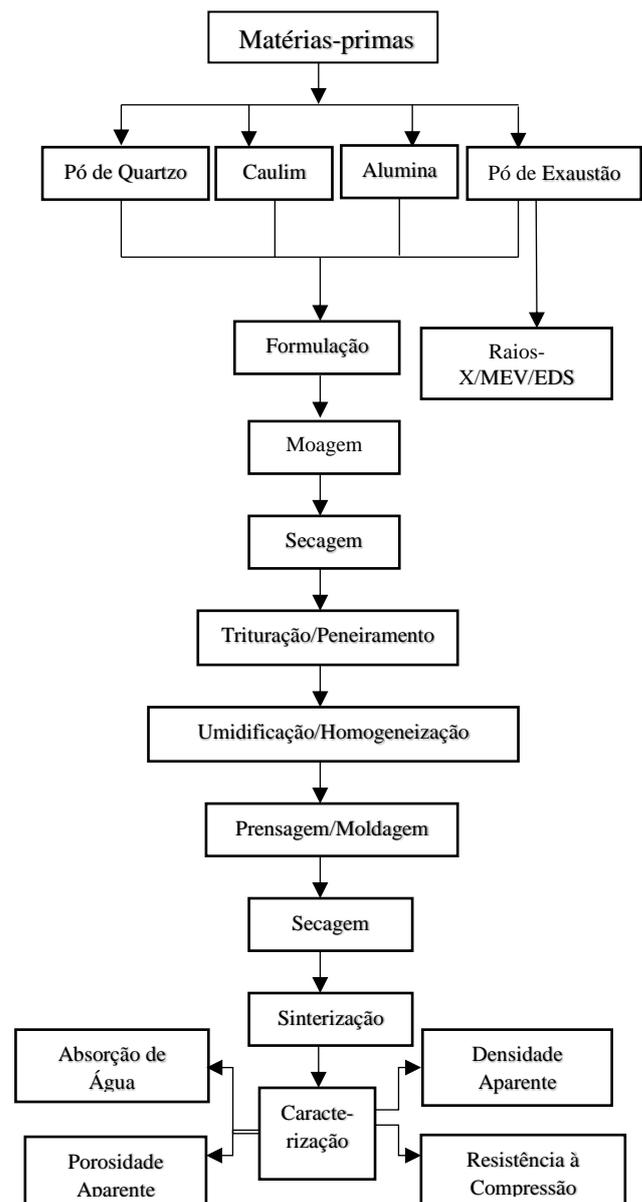
Assim, esse trabalho tem como principal objetivo a incorporação do resíduo pó de exaustão de uma indústria de fundição de Santo Ângelo/RS na confecção de tijolos refratários e justifica-se pelo fato de que esse material a ser desenvolvido irá contribuir para a minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos já citados, também por reduzir os custos com matérias-primas para as indústrias cerâmicas e, ainda, por aumentar a vida útil dos aterros industriais.

Os objetivos específicos são caracterizar o resíduo sólido com MEV, EDS e Raios-X e após a confecção dos tijolos, caracterizá-los pela determinação de absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e resistência à compressão dos corpos de prova.

2.Metodologia

A Figura 1 mostra o fluxograma da metodologia experimental do trabalho realizado.

Figura 1. Fluxograma da metodologia experimental.



Fonte: Os autores.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



Havia disponibilidade de três tipos de pó de exaustão, sendo cada um de uma parte da indústria doadora, sendo as amostras denominados DISA F1 (pó 1), DISA F2 (pó 2) e FCMX (pó 3). Depois de caracterizar os pós, escolheu-se o que continha mais compostos refratários para a confecção dos tijolos. Assim, foram confeccionados três tijolos de cada amostra. Na Tabela 1 é possível visualizar as porcentagens de matérias-primas utilizadas em cada amostra.

Tabela 1. Porcentagens de matérias-primas.

Matérias-primas	Amostras		
	A-1	A-2	A-3
Pó de Quartzo (%)	40	35	30
Pó de Exaustão (%)	10	20	30
Alumina (%)	40	35	30
Caulim (%)	10	10	10

Fonte: Os autores.

A caracterização dos corpos de prova foi feita de acordo com os métodos descritos na ASTM C-20/2000 (porosidade aparente, absorção de água e densidade aparente) e na ASTM C-133/1994 (resistência à compressão).

a) Peso seco (D): Os corpos de prova foram secos até peso constante por aquecimento na temperatura de 105 a 110°C.

b) Peso Suspenso (S) e Peso Saturado (W): Para determinar o peso suspenso, os corpos de prova foram colocados em um béquer, cobertos com água e aquecidos até a ebulição. Após, foram retirados e pesados até atingirem peso constante. Para determinar o peso saturado, essas amostras foram secas com um pano úmido e pesadas novamente.

c) Volume externo (V): $V (cm^3) = W - S$;

d) Porosidade Aparente (P): $P (\%) = \frac{W-D}{V} \times 100$;

e) Absorção de Água (A): $A (\%) = \frac{W-D}{D} \times 100$;

f) Densidade Aparente (B): $B \left(\frac{g}{cm^3}\right) = \frac{D}{V}$;

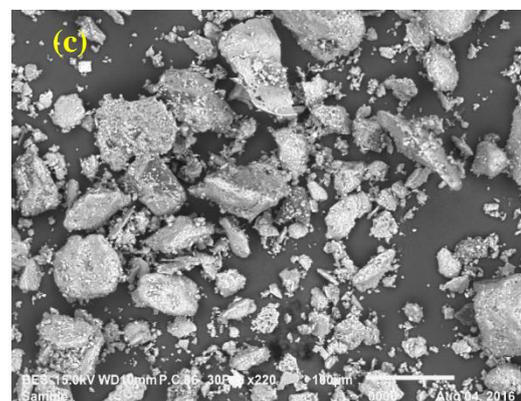
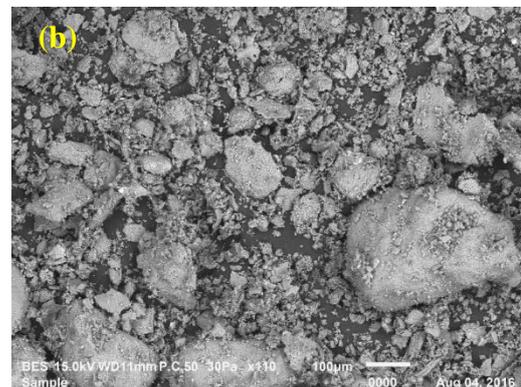
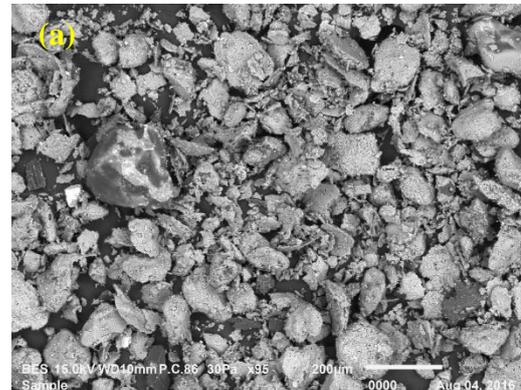
g) Resistência à Compressão (R): $R (MPa) = \frac{L}{A}$;

3. Resultados e Discussão

3.1 MEV/EDS

A Figura 2, abaixo, mostra as imagens obtidas pelo MEV.

Figura 2. (a), (b) e (c) Micrografias obtidas por MEV para as amostras 1, 2 e 3, respectivamente.



Fonte: Os autores.

Através da análise de EDS dos pós, foi possível identificar e quantificar os elementos presentes em cada pó. Isso é demonstrado na Tabela 2:



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



Tabela 2. Elementos encontrados nos pós analisados.

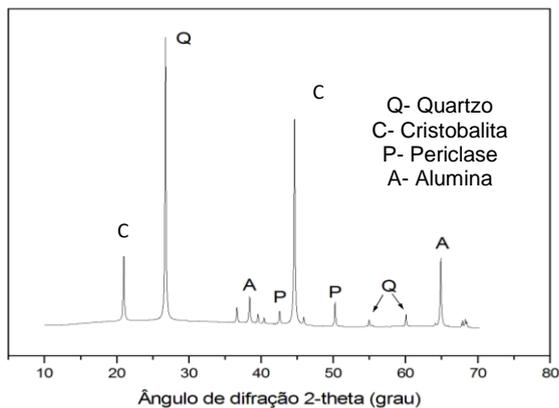
Elementos	Pó 1 (%)	Pó 2 (%)	Pó 3 (%)
Carbono (C)	19,45	21,90	36,30
Oxigênio (O)	45,63	46,61	41,85
Sódio (Na)	1,42	1,29	0,82
Magnésio (Mg)	1,18	0,99	0,66
Alumínio (Al)	6,15	5,16	3,45
Silício (Si)	16,58	15,73	9,82
Enxofre (S)	0,4	0,29	-

Fonte: Os autores.

3.2 Difração de Raios-X

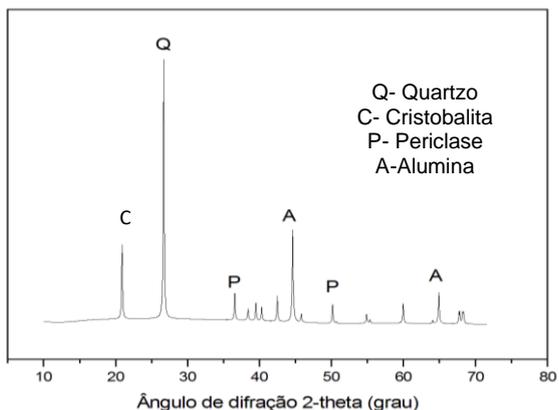
As Figuras 3 e 4 mostram os difratogramas dos pós 1 e 2, respectivamente. O pó 1 foi escolhido para fabricar os tijolos, visto que possui mais compostos refratários.

Figura 3. Difratograma do pó 1.



Fonte: Os autores.

Figura 4. Difratograma do pó 2.

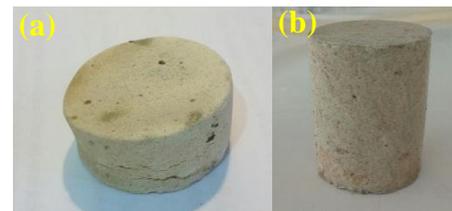


Fonte: Os autores.

3.3 Confeção e caracterização dos tijolos

Os tijolos refratários foram confeccionados nos laboratórios da URI- Campus de Santo Ângelo. Inicialmente, foram feitos vários testes para determinar a correta composição dos tijolos e confeccionou-se os corpos de prova. A Figura 6 (a) mostra um teste realizado e a (b) mostra um corpo de prova confeccionado com 10% de resíduo.

Figura 6. (a) e (b), teste e tijolo refratário com 10% de resíduo.



Fonte: Os autores.

4. Conclusões Parciais

Por meio das análises de MEV/EDS e DRX, constatou-se que o pó possui a presença de minerais refratários, como quartzo, cristobalita, α -alumina e periclase. Por conter uma maior quantidade de compostos refratários e por apresentar um tamanho de partículas mais homogêneo, escolheu-se o pó 1 para a confecção dos tijolos refratários.

Referências Bibliográficas

- [1] BOHRZ, S. R.; *et al.* Resíduos da usinagem na região das missões: pesquisa, criação literária e avaliações para reaproveitamento, **Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica- SIMTEC**, Aracaju, 2014.
- [2] CUNICO, F. R.; *et al.* Uso do pó de exaustão gerado na indústria de fundição como matéria-prima para a indústria de revestimento cerâmico. **21º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, Cuiabá, 2014. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/116-015.pdf>>. Acesso em: 12 de ago. 2016.
- [3] SANTOS, C. C.; VALENTINA, L. V.; SOUZA, R. O. Caracterização do resíduo pó de exaustão de fundição na indústria da construção civil, **Revista Espacios**, vol. 36, n. 5, p. 9-10, 2015.
- [4] MODESTO, et.al. Obtenção e Caracterização de Materiais Cerâmicos a partir de Resíduos Sólidos Industriais. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 4, 2003.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DO HERBICIDA 2,4-D DE SOLUÇÃO AQUOSA EM BIOMASSA PROVENIENTE DE SEMENTE DE ACEROLA

Isabel Rauber Barth^{1*}, Isaac dos S. Nunes¹, Ederson Rossi Abaide¹.

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: isabel.rbarth@hotmail.com

Palavras chave: herbicida; 2,4-D; adsorção; biomassa; acerola.

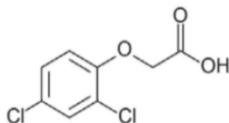
Introdução

Com a finalidade de combater as “pragas da lavoura”, o homem, intencionalmente, contamina o ambiente agrícola, que é seu local de trabalho, atingindo em maior ou menor intensidade a produção, os trabalhadores e o meio ambiente [1]. O uso abusivo de agrotóxicos nas lavouras brasileiras é consequência do modelo agrícola em vigor no país, sustentado na monocultura e na produção em larga escala altamente mecanizada. A região noroeste do estado do Rio Grande do Sul é campeã nacional no uso de agrotóxicos, especialistas locais inclusive relacionam casos de câncer na população local com a utilização excessiva e irregular desses produtos, uma vez que uma grande parcela dos trabalhadores não segue as instruções técnicas para o manejo dessas substâncias. Porém, não é apenas a exposição direta do trabalhador no campo que causa preocupação, a contaminação por agrotóxicos pode ocorrer por meio da alimentação, contaminação da água e ar [2].

A toxicidade dos pesticidas e degradação de seus produtos caracterizam essas substâncias químicas como contaminantes do meio ambiente. Além disso, a remoção dos pesticidas da água é uma das maiores preocupações ambientais nos últimos tempos [3].

O ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), cuja fórmula estrutural está ilustrada na Figura 1, é um herbicida comumente utilizado na agricultura para controlar uma grande variedade de plantas de folhas largas e gramíneas nas plantações, sendo comumente preferido pelo seu baixo custo e boa seletividade. Porém, é um poluente pouco biodegradável frequentemente detectado em corpos d'água em várias regiões do mundo [3].

Figura 1. Fórmula estrutural 2,4-D



Fonte: Njoku et al. (2015)

Essa contaminação do ambiente, principalmente dos corpos hídricos, é indesejável mas pode ser controlada e prevenida por meio da adoção de práticas agrícolas que combinem a redução de

pragas com a utilização dos agrotóxicos dentro dos critérios agrônômicos, ambientais e de saúde mais rígidos possíveis [1].

Uma vez que o tratamento convencional de água não remove de maneira satisfatória os resíduos de pesticidas, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas alternativas que possibilitem essa remoção. Dentre esses métodos, pode-se citar a adsorção em carvão ativado, que é uma das tecnologias mais difundidas para tratar a água contaminada por pesticidas, corantes, entre outros. Diversos carvões ativados estão disponíveis comercialmente, mas o uso desses materiais é considerado de alto custo e difícil regeneração, o que incentiva a busca por adsorventes alternativos que tornem o processo eficaz [3].

Dentre os adsorventes alternativos, destacam-se as biomassas, que são resíduos vegetais provenientes de fontes renováveis e que apresentam propriedades adsorptivas para poluentes. Além disso, esses materiais são naturais, de baixo custo, renováveis e biodegradáveis.

O Brasil é o maior exportador e consumidor de acerola do mundo. Uma vez que 40% do volume de produção no processamento da acerola é composto por resíduo, faz-se necessário encontrar formas de aproveitar este resíduo, transformando-o em benefícios financeiros e reduzindo impactos ambientais [4].

O propósito deste estudo foi avaliar a remoção do herbicida 2,4-D presente em soluções aquosas por meio de adsorção em biomassa de acerola seca (*in natura*), lavada em água, lavada em micro-ondas e modificada quimicamente por ácido fosfórico (H₃PO₄).

Metodologia

Para os ensaios de adsorção, as amostras de água contendo o contaminante foram preparadas sinteticamente utilizando o padrão de 2,4-D com nível de pureza de 97% (Sigma Aldrich) e água deionizada, na concentração de 150 mg/L. As correções do pH das soluções foram realizadas com adição de solução 3M de hidróxido de sódio e ácido clorídrico. O preparo da biomassa adsorvente iniciou separando-se as sementes da polpa e lavando-as com água destilada. Após isso, as sementes foram secas em estufa (SPLabor SP-100/216) a 105° C por



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



24 h e trituradas em moinho de facas tipo Willey, e, após isso, peneiradas em série de peneiras (Bertel Ind. Metalúrgica Ltda). Após a moagem, a biomassa foi caracterizada por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (JEOL JSM-IT100, baixo vácuo, magnitude 130x).

O primeiro ensaio de adsorção foi realizado com 200 mL de solução de 2,4-D em pH 3. Adicionou-se à solução 0,2 g de biomassa *in natura* (diâmetro médio de partícula= 0,256 mm), e agitou-se o conjunto a 60 rpm em mesa agitadora orbital (Cientec CT-145) por 1 h, em temperatura ambiente controlada (25°C), sendo realizadas coletas nos tempos de 30 e 60 min. A concentração da solução de 2,4-D foi medida em espectrofotômetro UV-Vis (Shimadzu 2600), em comprimento de onda de 283 nm, conforme indicado no estudo de Njoku *et al.* (2015) [5].

Para a obtenção de melhores resultados de adsorção, realizaram-se ensaios com a biomassa seca (diâmetro médio de partícula de 0,363 mm) lavada em três metodologias distintas: lavagem por agitação com água destilada por 2 h, lavagem por agitação com água destilada por 4 h e lavagem por imersão, assistida por micro-ondas em potência máxima, por 10 min. Utilizaram-se novamente 200 mL de solução de 2,4-D com 150 mg/L em pH 3 e 0,2 g de biomassa lavada, que foram agitadas a 60 rpm por 30 min.

Outra alternativa utilizada foi impregnar a biomassa seca em ácido fosfórico 10% por 24 h e, em seguida, secar a biomassa impregnada em estufa a 105° C por 24 h. Após a secagem, essa biomassa foi lavada em água destilada por 2,5 h com o intuito de remover o excesso de ácido, filtrada e novamente seca por mais 24 h a 105° C. Realizaram-se, com essa biomassa impregnada e lavada, três ensaios de adsorção utilizando-se 0,2 g de biomassa e 200 mL de solução em três valores de pH (3, 5 e 7).

Destaca-se que realizaram-se ensaios utilizando apenas adsorvente e água deionizada com a finalidade de subtrair as interferências (Teste em branco).

Resultados e Discussão

Uma vez que os trabalhos de Njoku *et al.* (2015) [5] e Rubbo (2015) [6] verificaram que a adsorção do 2,4-D é mais satisfatória em valores de pH mais baixos, o primeiro ensaio de adsorção foi realizado em pH 3 (biomassa *in natura*, Dm= 0,256 mm) e tem seus resultados descritos na Tabela 1.

Salienta-se que, nos resultados apresentados na Tabela 1, não descontaram-se os valores de absorbância da biomassa em água pois, conforme observado na Figura 2, mesmo que esse valor seja descontado das concentrações, estas continuam sendo insatisfatórias no que diz respeito à

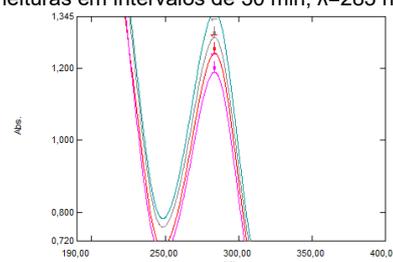
adsorção, uma vez que pode-se considerar que os valores de absorbância tiveram pouca variação com o decorrer do tempo.

Tabela 1. Experimentos empregando biomassa seca *in natura* (Diâmetro médio= 0,256 mm), pH 3.

Amostra 2,4-D/tempo	Concentração [mg/L]
Branco	-2,201
Tempo= 0,5 h	719,984
Tempo= 1 h	806,650

Fonte: Os autores.

Figura 2. Absorbância da biomassa em água deionizada, leituras em intervalos de 30 min, $\lambda=283$ nm.



Fonte: Os autores.

Como tentativa de obter melhores resultados e com a finalidade de eliminar possíveis interferentes presentes nas sementes, realizaram-se os ensaios com a biomassa lavada. Os resultados da adsorção realizada com a biomassa submetida a três metodologias de lavagem, durante 30 min de contato com a solução, estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Experimentos empregando biomassa lavada em água por 2 horas e 4 horas, e 10 minutos em micro-ondas (Dm= 0,363 mm), pH 3, durante 30 min de contato com a solução.

Amostra	Concentração [mg/L]
Lavagem 2 h	196,890
Lavagem 4 h	178,297
Micro-ondas	195,261

Fonte: Os autores.

Realizou-se a leitura da absorbância para quantificar a concentração da solução apenas no tempo de 30 min, uma vez que o valor desejado para essa concentração deveria ser inferior a 150 mg/L. Destaca-se que, assim como descrito anteriormente, descontar o valor da absorbância das sementes na água pura é novamente insignificante. O terceiro ensaio de adsorção, utilizando a biomassa modificada quimicamente em H₃PO₄ 10%, e lavada em seguida, tem seus resultados descritos nas Tabelas 3, 4 e 5, visto que foram realizados experimentos em pH 3, 5 e 7. Nesses resultados, descontaram-se os valores de absorbância da biomassa em água, uma vez que esses valores variaram no tempo.

Tabela 3. Experimentos empregando biomassa impregnada com H₃PO₄, pH 3.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



Tempo [h]	Concentração [mg/L]
0,5	294,643
1,0	290,058
1,5	285,691

Fonte: Os autores.

Tabela 4. Experimentos empregando biomassa impregnada com H_3PO_4 , pH 5.

Tempo [h]	Concentração [mg/L]
0,5	302,715
1,0	276,166
1,5	313,003

Fonte: Os autores.

Tabela 5. Experimentos empregando biomassa impregnada com H_3PO_4 , pH 7.

Tempo [h]	Concentração [mg/L]
0,5	320,099
1,0	311,902
1,5	302,787

Fonte: Os autores.

Analisando as Tabelas 3, 4 e 5, observa-se que as concentrações de 2,4-D nas soluções apresentaram valores de concentração muito acima do valor previsto ou esperado. Acredita-se que, mesmo após as lavagens e impregnação da biomassa, a semente de acerola possa estar eliminando algum componente para as soluções. Além disso, deve-se levar em conta a possível interferência que o hidróxido de sódio ou o ácido clorídrico podem ocasionar quando colocados em contato com o 2,4-D. Não se descarta a possibilidade de que, uma vez que desconhecida a validade do padrão de 2,4-D, este possa estar apresentando um comportamento diferente do esperado.

Em relação à utilização da biomassa de acerola para processo de adsorção, os resultados da análise das partículas por MEV, Figura 3, mostraram que o material possui a superfície rugosa e a presença de elevada porosidade.

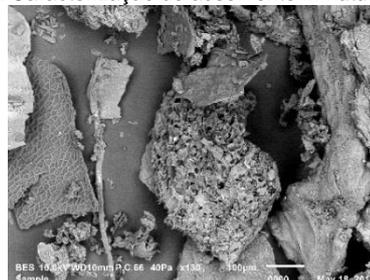
A rugosidade aumenta a área superficial das partículas, assim como também a porosidade apresenta o mesmo efeito. Este fato é relevante para a adsorção por se tratar de um fenômeno superficial, que ocorre em sólidos [7], [8].

A utilização da biomassa de acerola foi possível para a adsorção de cromo (IV) presente em solução aquosa, descrita na literatura [9], onde alcançou-se um percentual de remoção de 66%.

Neste trabalho, com a metodologia de determinação analítica da concentração do analito, empregando absorvância na região do UV não foi possível, até o presente momento, detectar a

ocorrência da adsorção do 2,4-D por parte da biomassa de acerola.

Figura 3. Caracterização do adsorvente *in natura* por MEV



Fonte: Os autores

Conclusões

A realização dos ensaios de adsorção com quantificação do contaminante presente em solução aquosa por meio de espectroscopia no UV-Vis não apresentou resultados satisfatórios, uma vez que as concentrações das soluções apresentaram valores maiores do que a concentração inicial após os ensaios. Os resultados insatisfatórios de adsorção do 2,4-D em semente de acerola podem ser atribuídos a diversos fatores, dentre os quais podem-se destacar a interferência de algum contaminante presente no adsorvente, a interferência da adição de NaOH e HCl, o estado de conservação do padrão analítico e o método de detecção e quantificação do analito.

Referências Bibliográficas

- [1] PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde-MT. *Ciênc. Saúde Col.*, v. 12, p.105-114, 2007.
- [2] SPERB, P. 'Epidemia de câncer'? Alto índice de agricultores gaúchos doentes põe agrotóxicos em xeque. 2016. Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/brasil-37041324>>. Acesso: 15 nov. 2016.
- [3] HAMEED, B. H.; SALMAN, J. M.; AHMAD, A. L. Adsorption isotherm and kinetic modeling of 2,4-D pesticide on activated carbon derived from data stones. *J. Hazard. Mat.*, vol. 163, p. 121-126, 2009.
- [4] ARAÚJO, K. O.; MONTES, A. C. R.; MARTINS, C. Z.; MASTA, I. B.; SILVA, P. B.; BARROZO, M. A. S. *Caracterização das sementes de acerola*. Uberlândia, 2014.
- [5] NJOKU, V. O.; ISLAM, M. A.; ASIF, M.; HAMEED, B. H. Adsorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid by mesoporous activated carbon prepared from H_3PO_4 -activated langsat empty fruit bunch. *J. Environ. Manage.*, vol. 154, p. 138-144, 2015.
- [6] RUBBO, J. P. *Remoção do herbicida 2,4-D por adsorção em carvão ativado em pó*. Porto Alegre, 2015.
- [7] MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. *Unit Operations of Chemical Engineering*. 7. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2005.
- [8] GOMIDE, R. *Operações Unitárias*. São Paulo: R. Gomide, 1987
- [9] REZENDE, J. C. T. *et al.* Cinética de adsorção de Cr (VI) de soluções aquosas usando sementes de acerola. *Scientia Plena*, vol. 10, p. 1-10, 2014.



AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL

Julia Isabel Schmidt^{1*}, Nataly Leidens¹.

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* juliaschm@outlook.com

Palavras chave: hidromel; fermentação; leveduras.

Introdução

O mel é produzido pelas abelhas melíferas e é composto principalmente por açúcares, mas sua composição varia de acordo com as características da fonte floral. Os açúcares presentes no mel são responsáveis pelas propriedades físicas do produto, como densidade, higroscopicidade, viscosidade, valores calóricos e capacidade de cristalização. A água é outro fator que influencia diretamente em todas essas características, bem como no sabor, conservação e maturidade do mel [1].

O mel é o principal produto da apicultura e é amplamente utilizado como medicamento e alimento. Porém, existem outros produtos que possuem maior valor agregado que o mel, mesmo que produzidos em menores quantidades. Esses produtos são a cera da abelha, pólen, própolis, geleia real, licores, doces, hidromel, entre outros. O hidromel é também uma alternativa para a utilização de resíduos da extração de mel que ficam dentro dos favos [2].

Hidromel, ou vinho de mel, é uma das bebidas mais antigas produzidas pelo homem. Acredita-se que surgiu antes mesmo do vinho e foi precursora da cerveja. É o resultado da fermentação alcoólica do mel conduzida por leveduras. É uma tradicional bebida alcoólica contendo 8 a 18% (v/v) de álcool preparada pela fermentação de mel, que pode demorar vários meses [3]. De acordo com a Instrução Normativa nº 64 de 2008, o termo hidromel designa a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mel de abelha, juntamente com sais nutrientes e água potável, com graduação alcoólica de 4 a 14 °GL a 20 °C [4]. O hidromel é uma oportunidade de renda extra para os produtores, pois o preço de venda é superior ao do mel. Porém, no Brasil, ainda não existe produção em escala comercial do hidromel. A bebida é produzida por apicultores de forma artesanal para consumo próprio, mas poucos a comercializam [2][5].

As leveduras são responsáveis pelos diversos aromas possível do hidromel, mas também pelos distintos teores alcoólicos na bebida final e a forma variada de fermentação dos açúcares, resultando em diferentes teores de açúcar residual. Elas atuam sobre os açúcares gerando álcool e dióxido de carbono. As utilizadas na fabricação de

hidromel são, normalmente, estirpes de *Saccharomyces*, usadas também na produção de champagne, vinho e cervejas [6].

As leveduras do gênero *Saccharomyces* apresentam metabolismo preferencialmente fermentativo. A espécie *S. cerevisiae* é utilizada na obtenção de bebidas fermentadas, destiladas e fermento biológico para panificação. As espécies *S. bayanus* e *S. uvarum* são utilizadas para produção de vinhos, por serem boas produtoras de álcool [7].

O processo fermentativo pode durar entre 15 e 25 dias, dependendo das condições. A evolução é acompanhada pela avaliação da quantidade de açúcar, utilizando um refratômetro, ou pelo teor alcoólico do mosto, utilizando um densímetro. Quando não houver mais variações no açúcar ou o teor de álcool desejado for alcançado, deve-se encerrar o processo. A temperatura ideal para fermentação é de 25 °C [8].

Metodologia

Primeiramente, foram feitos testes prévios para selecionar, entre duas estirpes de leveduras, qual produz hidromel com maior teor alcoólico em menor tempo de fermentação. Após isso, a levedura selecionada foi utilizada na produção de hidroméis de acordo com planejamento experimental para otimização do processo de produção, utilizando diferentes quantidades de levedura e nutrientes no mosto.

Os testes prévios foram feitos em duplicata utilizando as leveduras descritas na Tabela 1. Foram utilizadas 90 g de mel para elaborar 300 mL de mosto e produzir hidromel com 12% de teor alcoólico (*Mead Calculator*). As quantidades de levedura e nutrientes utilizadas foram 0,06 g e 0,0375 g, respectivamente. As leveduras *S. bayanus* e a *S. cerevisiae* de panificação apresentaram resultados satisfatórios em trabalhos da literatura, então foram selecionadas para este trabalho.

Tabela 1. Leveduras utilizadas para produção dos hidroméis.

Testes	Levedura	Marca
1 e 2	<i>Saccharomyces bayanus</i>	Premier Blanc (Champagne) - Red Star
3 e 4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fleischmann (panificação)

Fonte: as autoras.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



Esse teste inicial foi feito para determinar, entre as estirpes selecionadas, qual apresenta melhor resultado para a produção de hidromel, utilizando as mesmas quantidades de cada componente. Os fatores que determinaram o melhor resultado foram tempo de fermentação e teor alcoólico final do hidromel, e foram monitorados com medidas diárias do teor de açúcar presente no mosto. Depois de determinada qual a melhor levedura para a produção de hidromel, será feita uma análise estatística na forma de planejamento experimental 2^2 com ponto central. As variáveis utilizadas estão descritas na Tabela 2, sendo que os pontos centrais são as recomendações dos fabricantes (0,2 g de levedura e 0,125 g de nutrientes por litro de mosto). No caso das leveduras, foi utilizada para o fermento de panificação a mesma quantidade que foi recomendada pelo fabricante da *Saccharomyces bayanus*. Em todos os testes foram produzidos 2 L de mosto e os resultados obtidos nas fermentações serão estudados para otimizar o processo de produção de hidromel.

Tabela 2. Variáveis do planejamento experimental.

Níveis	Levedura (g)	Nutrientes (g)
+1	0,5	0,35
0	0,4	0,25
-1	0,3	0,15

Fonte: as autoras.

A Tabela 3 descreve as combinações que foram utilizadas para a otimização da produção de hidromel. Foram feitos ao total 7 experimentos, pois o ponto central foi feito em triplicata. Os resultados serão analisados pelo software *Statistica*.

Tabela 3. Combinações para os testes.

Teste	Levedura	Nutrientes
1	+1	+1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	-1	-1
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Fonte: as autoras.

O nutriente utilizado para todos os hidroméis foi o FERMAID K[®] da marca Lallemand que, de acordo com o fabricante, possui todos os compostos

necessários para a produção de hidromel, e apresenta resultados satisfatórios na literatura. Por ser um hidromel tradicional, o mosto foi preparado somente com mel e água. Adicionou-se a quantidade desejada dos ingredientes e fez-se a homogeneização completa do mosto. Logo após, transferiu-se o mosto para o fermentador.

Utilizando os recursos da calculadora online *The Mead Calculator*, determinou-se que um mosto de 2 L deve ser preparado com 0,598 kg de mel (com aproximadamente 80% de açúcar) para atingir a gravidade de 1,09 e, então, um hidromel com 12% de teor alcoólico. Todos os testes utilizaram a mesma quantidade de mel.

Os testes foram realizados em fermentadores adaptados utilizando recipientes plásticos de água mineral de 5 L.

Resultados e Discussão

A evolução da fermentação foi monitorada pela quantidade de açúcar total presente no mosto, por meio de refratometria. A Tabela 4 mostra a variação da quantidade de açúcar, medida em °BRIX, até o final da fermentação dos testes iniciais.

Tabela 4. Quantidade de açúcar no mosto durante a fermentação dos testes iniciais.

Teste	Quantidade de açúcar (°BRIX)									
	Dia 1	4	5	7	8	9	10	12	13	
1	18,1	-	9,1	7,1	6,8	6,8	-	-	-	
2	18,2	-	9,2	7,2	7	7	-	-	-	
3	17,8	2	13	8	-	-	8,2	6,8	8	
4	18,2	15	6	11	-	-	8,6	7	7	

Fonte: as autoras.

Os valores de quantidade de açúcar presente no mosto, expressos em °BRIX, foram convertidos para densidade e utilizados para determinar o teor alcoólico final do hidromel produzido. Foram utilizadas duas calculadoras *online* para o cálculo do teor alcoólico, para que fosse possível comparar os resultados. A Calculadora 1 foi *The Mead Calculator* [9] e a Calculadora 2 foi *Brewer's Friend* [10]. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 5. Sendo $BRIX_i$ e $BRIX_f$ os valores inicial e final de quantidade de açúcar presente no mosto, respectivamente, e TA_1 e TA_2 os resultados encontrados para o teor alcoólico de acordo com as Calculadoras 1 e 2, respectivamente.

Tabela 5. Resultados para teor alcoólico dos hidroméis produzidos nos testes iniciais.

Teste	$BRIX_i$	$BRIX_f$	TA_1 (%)	TA_2 (%)
-------	----------	----------	------------	------------



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



1	18,1	6,8	6,6	6,3
2	18,2	7	6,55	6,17
3	17,8	6,8	6,43	6,04
4	18,2	7	6,55	6,17

Fontes: as autoras, *The Mead Calculator*, *Brewer's Friend*.

2	23	9,2	8,19	7,88
3	24,2	9,6	8,68	8,40
4	24,2	9,6	8,68	8,40
5	24,8	9,6	9,04	8,79
6	24,6	9,6	8,92	8,66
7	24,2	9,6	8,68	8,40

Fontes: as autoras, *The Mead Calculator*, *Brewer's Friend*.

Analisando as Tabelas 4 e 5, foi possível determinar que os testes 1 e 2 produziram hidroméis com maior teor alcoólico em um menor período de tempo. Sendo assim, a levedura que apresentou melhor resultado foi a *Premier Blanc (Champagne)* da marca *Red Star*.

Esse resultado está de acordo com os encontrados por Mileski [11] e Brunelli [12], em que as leveduras *Red Star Champagne* e *Cote des Blancs*, respectivamente, produziram hidroméis com teor alcoólico superior aos produzidos pela levedura de panificação *Fleischmann*, no mesmo período de tempo.

A partir desses resultados, a levedura *Premier Blanc* foi escolhida para a produção dos hidroméis utilizando o planejamento experimental.

A Tabela 6 apresenta a evolução da fermentação em termos de quantidade de açúcar presente no mosto, expressa em °BRIX.

Tabela 6. Quantidade de açúcar no mosto durante a fermentação.

Teste	Quantidade de açúcar (°BRIX)							
	Dia 1	2	3	7	8	22	25	31
1	23	-	20,6	12,2	11,6	9,4	-	9
2	23	22,6	-	-	13	-	9,2	-
3	24,2	24	-	-	13	-	9,2	-
4	24,2	24,2	-	-	15	-	9,6	-
5	24,8	24,2	-	-	15	-	9,6	-
6	24,6	-	-	16,8	-	-	9,6	-
7	24,2	-	-	16,2	-	-	9,6	-

Fonte: as autoras.

Da mesma forma que nos testes iniciais, os valores de quantidade de açúcar em °BRIX foram convertidos para densidade e determinou-se o teor alcoólico dos hidroméis. Os resultados estão descritos na Tabela 7.

Os dados encontrados nos experimentos serão analisados no software *Statística* para determinar qual combinação teve o melhor resultado em termos de tempo de fermentação e teor alcoólico final do hidromel.

Tabela 7. Resultados para teor alcoólico dos hidroméis produzidos.

Teste	BRX ₁	BRX _F	TA ₁ (%)	TA ₂ (%)
1	23	9	8,29	8,01

Conclusões

Com os resultados encontrados nos experimentos, pode-se concluir que a levedura utilizada na produção de vinhos e *champagne* apresenta melhor resultado na produção de hidromel quando comparada à utilizada na panificação. Isso está atrelado ao fato de a cepa utilizada na panificação tem a tendência de produzir mais gás carbônico do que álcool.

Quanto ao teor alcoólico final do hidromel, não se obteve um resultado satisfatório, já que nenhum dos testes alcançou o valor esperado de 12%. Isso pode ser decorrência da não utilização de recipientes adequados na produção do hidromel, o que pode causar a oxidação do mosto, pois não houve vedação completa do fermentador.

Os resultados encontrados na produção do hidromel utilizando a levedura selecionada serão analisados no software *Statística* para concluir qual a melhor combinação.

Referências Bibliográficas

- [1] CRANE, Eva. *O livro do mel*. São Paulo: Nobel. 226 p. 1987.
- [2] SEBRAE. *Hidromel: oportunidade de mercado*. Florianópolis, 2015. (Apicultura: Relatório de Inteligência). Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_C_HRONUS/bds/bds.nsf/803afcf50b5e78c72c250aa49f1960c2/\\$File/5384.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_C_HRONUS/bds/bds.nsf/803afcf50b5e78c72c250aa49f1960c2/$File/5384.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2016.
- [3] PEREIRA, Ana Paula Rodrigues. *Caracterização de mel com vista à produção de hidromel*. 81 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2008.
- [4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. *Regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 24 de abril de 2008.
- [5] TAGUCHI, Viviane. Hidromel, bebida dos bárbaros volta ao mercado. *Revista Globo Rural*. 2012.
- [6] GOMES, Teresa Maria da Cruz. *Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação*. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2010.
- [7] GAVA, Altair Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento da; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava. *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo: Nobel, 2008. 511 p.
- [8] MATTIETTO, Rafaella de Andrade, et al. *Tecnologia para Obtenção Artesanal de Hidromel do Tipo Doce*. Belém: Embrapa, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico).
- [9] *The Mead Calculator*. Disponível em <<http://gotmead.com/blog/the-mead-calculator/>>.
- [10] *Brewer's Friend*. Alcohol by volume calculator. Disponível em <<https://www.brewersfriend.com/abv-calculator/>>.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



[11] MILESKI, João Paulo Fernando. *Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras Saccharomyces*. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos, UTFPR, Londrina, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1901/1/LD_PP_GTAL_M_Mileski, João Paulo Fernando_2016.pdf>. Acesso em: 07 maio 2017.

[12] BRUNELLI, Luciana Trevisan. *Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel*. 94 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Agronomia, UNESP, Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1432.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2017.



PURIFICAÇÃO DA GLICERINA BRUTA OBTIDA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Caroline Klinger^{1*}, Nataly Leidens¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* ca_klinger@hotmail.com

Palavras chave: óleo residual de fritura, biodiesel, glicerina, purificação, carvão ativado.

Introdução

O esgotamento das fontes de energia não renováveis e o grande impacto ambiental da utilização desse tipo de combustíveis têm conduzido pesquisas na área de biocombustíveis. Nesse contexto, a utilização de óleos vegetais na matriz energética brasileira para a produção de biodiesel sofreu um aumento significativo nos últimos anos graças à solubilidade deste combustível em óleo diesel e à legislação que garante a obrigatoriedade da mistura petrodiesel-biodiesel em diferentes proporções [1] [2].

O biodiesel constitui-se de uma mistura de ésteres de ácidos graxos e apresenta qualidade termodinâmica superior ao diesel de petróleo, emite menor quantidade de dióxido de carbono para a atmosfera durante a queima e não possui enxofre, contribuindo para a qualidade do ar [3] [4].

As principais matérias-primas para a produção de biodiesel, os óleos e gorduras, caracterizam-se por possuir ésteres de cadeia longa em sua composição [5]. A grande produção de soja faz do óleo deste grão o principal lipídeo empregado no preparo de alimentos e, conseqüentemente, um resíduo de grande impacto ambiental [6]. Assim, situações como incrustações em tubulações, bem como problemas no tratamento de esgotos e na qualidade da água e do solo podem ser minimizadas ou até mesmo evitadas com o reaproveitamento do óleo residual de fritura. Por apresentarem preços atrativos e produzirem biodiesel de melhor qualidade, o emprego de óleos residuais de fritura constitui-se de uma alternativa na área de biocombustíveis [7].

A principal forma de obtenção do biodiesel é por meio da reação de transesterificação. Nesta reação o triacilglicerol que forma os óleos e gorduras, na presença de álcool e catalisador, é convertido em ésteres e glicerol [8]. Essa reação sofre influência do tipo e proporção do catalisador, da concentração de álcool, umidade, acidez livre, tempo e temperatura reacionais [9]. De forma geral, álcoois simples como o etanol e a catálise básica são utilizados [10].

A glicerina bruta constitui-se de um relevante subproduto da produção de biodiesel, mas, sem tratamento, apresenta contaminantes que limitam

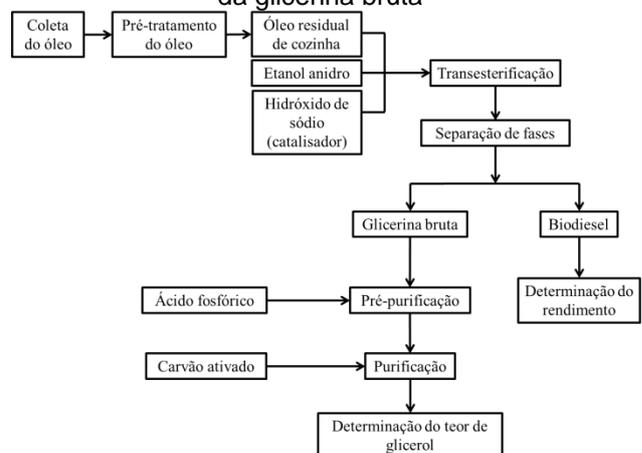
sua aplicação [11]. Por outro lado, a glicerina purificada é empregada nas indústrias química, farmacêutica, de cosméticos, de alimentos, entre outras [3]. Assim, diversos estudos têm sido conduzidos para a purificação da glicerina bruta de forma viável e eficiente. Dentre os métodos de purificação deste subproduto, a adsorção consiste em separar componentes de uma mistura levando em conta a afinidade dos mesmos pelo material adsorvente. Assim, a adsorção dos contaminantes da glicerina com carvão ativado apresenta baixo consumo de energia e condições amenas de operação [12].

Tendo em vista o destino adequado do óleo residual de fritura e a aplicação da glicerina derivada da transesterificação, o presente estudo tem por objetivos a produção de biodiesel a partir de óleo residual de fritura e a posterior purificação da glicerina bruta.

Metodologia

Simplificadamente, o processo de purificação da glicerina bruta realizado experimentalmente compreendeu as etapas que estão ilustradas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de purificação da glicerina bruta



Fonte: Autores

O pré-tratamento do óleo coletado consistiu no aquecimento (70°C) e filtração a vácuo deste resíduo.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



A reação de transesterificação foi conduzida por uma hora a 40-55°C sob agitação magnética, seguida de etapa de evaporação do excesso de álcool em rotaevaporador. As proporções dos reagentes do processo de transesterificação foram os seguintes: proporção óleo:etanol de 1:12 e 0,5% massa de NaOH/massa de óleo.

Após a etapa de separação de fases, o rendimento da produção de biodiesel foi determinado e a glicerina foi pré-purificada por meio de hidrólise ácida na proporção de 5,5 mL de ácido fosfórico/200 mL de glicerina bruta. A purificação da glicerina foi testada com as proporções de 1, 3 e 5% (m/m) de carvão ativado em 1, 2 e 3 horas de adsorção por meio de planejamento experimental do tipo DCC, totalizando sete experimentos.

Por fim, a determinação do teor de glicerol nas amostras de glicerina bruta, pré-purificada e purificada foi determinada em espectrofotômetro de UV-Vis, com leitura no comprimento de onda de 410 nm.

Salienta-se que a escolha dos reagentes utilizados e as proporções empregadas no experimento, bem como a metodologia de determinação do teor de glicerol foram baseadas em dados descritos na literatura.

Resultados e Discussão

Ao longo da evolução dos experimentos, observou-se que, após a adição do hidróxido de sódio dissolvido em álcool etílico ao óleo tratado já aquecido, houve a conversão quase que imediata dos triacilglicerídeos em biodiesel devido à mudança de coloração da reação (de amarelo claro para marrom avermelhado), conforme Figura 2.

Figura 2. Reação de transesterificação



Fonte: Autores

Concluída a conversão dos triacilglicerídeos, a etapa de evaporação do excesso de álcool do produto reacional em rotaevaporador resultou em uma recuperação média do álcool de 55%. Observou-se experimentalmente que a não realização dessa etapa impediu a posterior

separação do produto em duas fases, conforme descrito por [9]. Além disso, a utilização somente do álcool recuperado em novas reações de transesterificação, sem purificação prévia, não apresentou resultados positivos, uma vez que a separação das fases não ocorreu.

O produto final obtido na reação de transesterificação consistiu em uma mistura de duas fases, conforme Figura 3. A fase superior é composta por biodiesel e a fase inferior constitui-se de uma mistura de glicerina bruta, sabão, catalisador e álcool.

Figura 3. Produto final da reação de transesterificação



Fonte: Autores

Para obter um volume suficiente de glicerina bruta para posterior purificação, realizaram-se ao todo 14 reações de transesterificação. Ao final desse processo, constatou-se um rendimento médio da reação de transesterificação de 67,67% e obtiveram-se, aproximadamente, 1014 mL de glicerina bruta.

Comparando o rendimento médio da reação de transesterificação obtido neste estudo com os valores descritos em outros trabalhos similares, observou-se que o valor encontrado experimentalmente foi superior ao encontrado por [13] (57,26%) para a transesterificação do óleo de soja em proporções diferentes de álcool e catalisador. Por outro lado, [14] utilizou óleo de milho para obtenção de biodiesel nas mesmas condições do presente experimento e encontrou um valor superior (94,4%).

Já [15] obtiveram 84,82% de rendimento na transesterificação do óleo de fritura com proporção óleo:etanol de 1:6 e 1,5% m/m de catalisador, valor este superior ao rendimento médio encontrado experimentalmente. Rendimento superior (88,4%) foi encontrado por [16] testando a reação de transesterificação com óleo de soja e metanol.

O tratamento de dados da etapa de purificação da glicerina bruta está em andamento e, devido a isso, não será abordada no presente trabalho.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



Conclusões

Ao final do experimento, verificou-se que a conversão dos triacilglicerídeos em combustível constitui-se de uma importante ferramenta para amenizar o impacto ambiental causado pelo descarte impróprio de óleo de cozinha, um resíduo tanto industrial como doméstico produzido em grande escala atualmente.

Também foi observado que o excesso de álcool impede a separação das fases do produto reacional em biodiesel e glicerina. Assim, a etapa de evaporação do álcool apresenta grande importância na reação de transesterificação.

O rendimento médio das reações de transesterificação foi de 67,67%, valor este que difere do encontrado na literatura para condições de operação semelhantes. Como o foco do presente trabalho foi a purificação da glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel, o rendimento obtido experimentalmente pode ser considerado satisfatório.

Referências Bibliográficas

- [1] FERREIRA, M. de O. *Purificação da glicerina bruta obtida a partir da transesterificação do óleo de algodão*. 127 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- [2] VASQUES, É. de C. *Adsorção de glicerol, mono- e diglicerídeos presentes no biodiesel produzido a partir do óleo de soja*. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- [3] MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A. da; GONÇALVES, V. L. C.. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. *Química Nova*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 32, p.639-648, 2009.
- [4] DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 3, p.776-792., 2009.
- [5] SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química orgânica*. 10. ed., vol. 2, cap. 23, p. 473-482, Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [6] PHAN, A. N.; PHAN, T. M. Biodiesel production from waste cooking oils. *Fuels*. v. 87, p. 3490-3496, 2008.
- [7] SHEINBAUM-PARDO, C.; CALDERÓN-IRAZOQUE, A.; RAMÍRES-SUÁREZ, M. Potential of biodiesel from waste cooking oil in Mexico. *Biomass and Bioenergy*. México, v. 56, p. 230-238, 2013.
- [8] HOLANDA, A. *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 201 p. (Cadernos de altos estudos).
- [9] PAIVA, E. J. M. de. *Estudo da produção de biodiesel a partir de óleo de babaçu e etanol utilizando a transesterificação alcalina tradicional com agitação mecânica assistida por ultrassons*. 173 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [10] ARDI, M. S.; AROUA, M. K.; HASHIM, N. A. Progress, prospect and challenges in glycerol purification process: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Malaysia, v. 42, p. 1164-1173, 2015.
- [11] SINGHABHANDHU, A.; TEZUKO, T. A perspective on incorporation of glycerin purification process in biodiesel plants using waste cooking oil as feedstock. *Energy*. Japan, v. 35, p. 2493-2504, 2010.
- [12] MATOS, S. P. de. *Operações Unitárias: fundamentos, transformações e aplicações dos fenômenos físicos e químicos*. 1 ed., cap. 10, p. 145-151, São Paulo: Editora Érica Ltda., 2015.
- [13] FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. da S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova*, Ponta Grossa, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.
- [14] LIMA, A. L. *et al.* Parâmetros da reação de transesterificação etílica com óleo de milho para produção de biodiesel. *Eclética Química*. São Paulo, v. 35, n. 4, p. 101-106, 2010.
- [15] FERREIRA, I. C.; FERNANDES, G. Etanólise do óleo residual de fritura para produção de biodiesel utilizando diferentes catalisadores. *FAZU em Revista*, Uberaba, n. 8, p. 95-99, 2011.
- [16] BASHIRI, H.; POURBEIRAM, N. Biodiesel production through transesterification of soybean oil: a kinetic Monte Carlo study. *Journal of Molecular Liquids*, Kashan, v. 223, p. 10-15, 2016.



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*

Realização



PÔSTERES



ANÁLISE DA EXTRAÇÃO DE TRIMIRISTINA DE NOZ MOSCADA

Gean Carla Demari¹, Gisela Taís Demari^{1*}, Jocelaine Rigo², Tatiane S. de Oliveira², Isaac dos S. Nunes²

¹Dep. Ciências Exatas e da Terra – Curso de Química Industrial – URI Santo Ângelo

²Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: giselatdemari@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: trimiristina; extração; extração sólido-líquido; noz moscada.

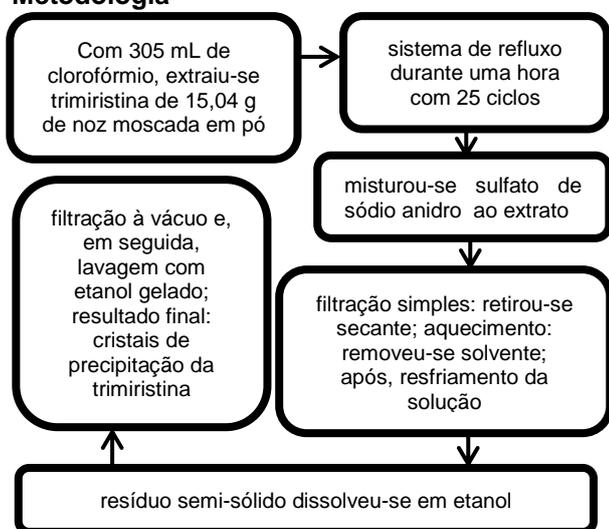
Introdução

A extração sólido-líquido é um dos processos orgânicos mais básicos de todas as operações unitárias conhecidas. Além disso, participa ativamente do cotidiano da vida humana. De fato, está presente em nossos alimentos, vestuários, residências, combustíveis, entre outros [1].

Neste experimento objetivou-se analisar o rendimento da extração de trimiristina. Esta substância é um dos componentes da noz-moscada na forma de triacilglicerol cujo único ácido graxo é o do tipo mirístico [2]. A noz moscada é utilizada como especiaria na alimentação e também, possui propriedades medicinais, por exemplo, anti-inflamatória [3].

Para tal, a extração sólido-líquido é uma operação para separar um componente solúvel como a trimiristina, existente numa matriz sólida, no caso, a noz-moscada aplicando um solvente líquido como o clorofórmio, no qual o sólido seja insolúvel e componente do extrato seja solúvel [4]. O rendimento do que se quer extrair é calculado a partir da massa de trimiristina do óleo fixo da noz-moscada [2]

Metodologia



Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta as massas de noz e trimiristina e o rendimento da extração. A massa de óleo fixo da noz moscada existe na faixa média de 20% a 40% da semente, e a massa de

trimiristina corresponde a 73% da massa desse óleo [2]. O rendimento obtido foi abaixo da faixa média, pois ocorrem perdas do precipitado durante a filtração e a lavagem [2]. Além disso, o número de ciclos está diretamente relacionado com o rendimento da massa de um componente oleaginoso de um sólido. Assim, os ciclos podem viabilizar ou não a extração [5].

Tabela 1. Dados obtidos da extração de trimiristina.

Produto	Massa (g)	Rendimento (%)
Noz-moscada	15,04	-
Trimiristina	0,38	17,30

Fonte: os autores.

Foram obtidos 0,38 g de massa da trimiristina, o que corresponde a um rendimento de 17,30%, comparando-se ao que era esperado de 2,2 g de trimiristina para esta massa de semente. Admitindo-se que foi extraída toda a trimiristina da noz, esta amostra teria apenas 3,5% de óleo. Esse resultado não está de acordo com a literatura [2]. Os resultados distintos, se comparados podem ser por conta das condições desconhecidas em relação à conservação e ao processamento da semente empregada.

Conclusões

Os resultados indicam que tanto o rendimento de trimiristina (17,3%), quanto o percentual de óleo (3,5%) foram baixos. Tais resultados podem dever-se às condições de conservação da amostra analisada, uma vez que foi adquirida já na forma de pó, além da possibilidade de ser proveniente de um processo de extração, o que justificaria o baixo percentual encontrado neste estudo.

Referências Bibliográficas

- [1] R. Feltre, *Química Orgânica*. 6. ed. v. 3, 2005. São Paulo: Editora Moderna.
- [2] G. A. C. Lopes et al., *Análise do rendimento da extração de trimiristina com diferentes solventes a partir de noz-moscada*. In: CBQ – Congr. Bras. de Química, 51, 2011, São Luís. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/1/1-871-11277.htm>>. Acesso em: 20 de set. 2016.
- [3] P. Leite, Mundo da Boa Forma, *10 Benefícios da Noz Moscada – Para que serve e propriedades*. Disponível em: <<http://www.mundoboforma.com.br/10-beneficios-da-noz-moscada-para-que-serve-e-propriedades/>> Acesso em: 24 set. 2016.
- [4] A. Vogel, *Química Orgânica – Análise Orgânica Qualitativa*. 3. ed., v. 1, 1971. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.



[5] A. K. Cavalcante; L. B. Sousa; O. T. Hamawaki, ***Determinação e avaliação do teor de óleo em sementes de soja pelos métodos de ressonância magnética nuclear e soxlet.*** Dissertação – Mestrado em Agronomia – Instituto de Ciências Agrárias – Univ. Fed. de Uberlândia, Uberlândia, 2011.



AVALIAÇÃO DA CORROSÃO DE LIGAS METÁLICAS

Suely R. Hollas^{1*}, Bruna T. K. Tusset¹, Caroline Engelmann¹, Danieli E. Becker¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*suelyhollas@yahoo.com.br

Palavras-chave: Metais; Corrosão; Reação de Oxirredução.

Introdução

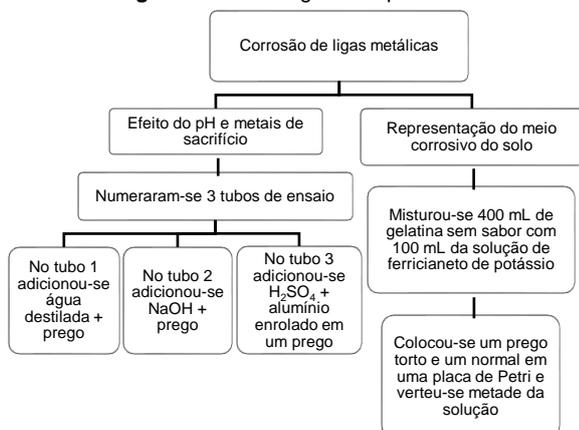
A corrosão é uma forma de aplicação das reações de oxirredução, que pode ser definida como: a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos, que resulta na diminuição da vida útil do material [1]. O principal causador desse fenômeno geralmente é a água [2], mas outros fatores podem interferir, como a umidade relativa, temperatura, poluentes, sais solúveis e variações de pH [1].

Algumas formas de minimizar o processo de corrosão estão na realização de pinturas, camadas extras de outros materiais não tão sujeitos a corrosão e no uso de “metais de sacrifício” – metais que são mais propícios às reações de oxidação e que são colocados de forma a proteger o material da estrutura do objeto em questão [1]. O experimento realizado teve como objetivos a análise das diferentes reações de oxirredução dos sistemas, comparação com a fila de reatividade dos metais e o seu comportamento em diferentes valores de pH.

Metodologia

Os métodos utilizados estão descritos na Figura 1.

Figura 1. Metodologia do experimento



Fonte: Os autores.

Resultados e Discussão

Nos testes em tubos de ensaio, onde se avaliou o efeito do pH, pôde-se observar que a taxa de corrosão do ferro aumenta significativamente em

meio ácido, torna-se amena em meio neutro (dependendo somente do sal presente na solução) e muito pequena em meio básico.

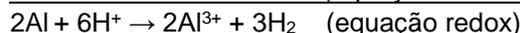
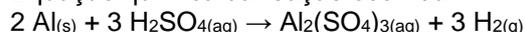
No tubo 3, observou-se que o alumínio oxida no lugar do ferro (efeito do metal de sacrifício). Como pode ser observado na Figura 2, o alumínio está localizado mais à esquerda do que o ferro, o que significa que ele é mais reativo.

Figura 2. Ordem de reatividade entre Al e Fe

Li, K, Rb, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Pb, H, Cu, Ag, Pd, Pt, Au
1° 2°
Ordem crescente de reatividade

Fonte: Os autores, adaptado de [3].

Equação química da reação ocorrida:



- Além disso, tem-se:
- Oxidou: Al
 - Reduziu: H
 - Agente oxidante: H_2SO_4
 - Agente redutor: Al

Na segunda parte do experimento montou-se um meio corrosivo que representou o solo, onde foram oferecidas condições de umidade, acidez (pois a gelatina é ácida), pH, presença de água e sais solúveis [1] para a ocorrência da corrosão. Após 72 horas, puderam-se visualizar as áreas anódicas do prego, áreas que estavam mais propensas à corrosão (cabeça e região deformada do prego). Estas regiões tencionadas ou deformadas apresentam um potencial diferente da parte não-deformada, por isso funcionam como ânodo [1].

Conclusões

Com a realização deste experimento, pôde-se concluir que a taxa de corrosão dos metais é favorecida em meio ácido; que irá ocorrer em metais mais reativos (no caso dos metais de sacrifício); e que será mais propícia nas áreas anódicas do metal.

Referências Bibliográficas

- [1] GENTIL, Vicente. *Corrosão*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 353 p.
[2] ATKINS, Peter. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2012. 1026 p.
[3] BROWN, Theodore, et al. *Química, a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.



AVALIAÇÃO DA OBTENÇÃO DE CAFEÍNA UTILIZANDO EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

Paula G. D. Porta^{1*}, Gabriele K. Dupont¹, Kamilla O. Rodrigues¹, Julia C. Diel¹, Isaac S. Nunes¹, Mirela A. Reis¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: paulagabrieladallaporta@san.uri.br

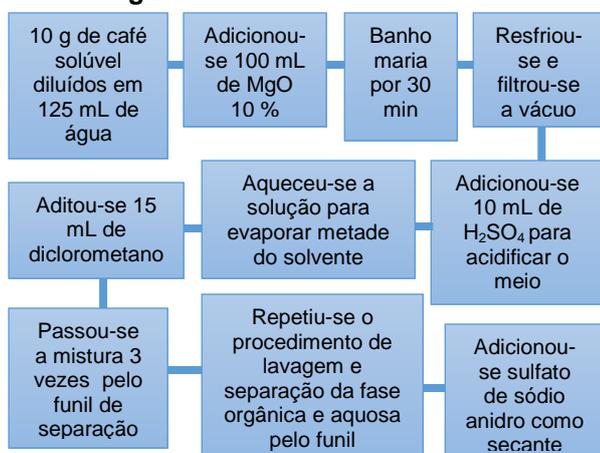
Palavras chave: extração; extração líquido-líquido; cafeína;

Introdução

A extração é considerada uma operação unitária integrada ao conjunto das operações baseadas na transferência de massa [1]. Quando as fases são compostas por dois líquidos denomina-se extração líquido-líquido (ELL) ou extração por solvente, pois um novo líquido é adicionado ao sistema. De acordo com a literatura [2] o soluto segue sendo solúvel no primeiro solvente e pode saturar o segundo solvente, dependendo da solubilidade, por isso o soluto passa para o segundo solvente em uma quantidade determinada. O soluto é o único componente transferido da mistura inicial para a fase do solvente. A fase orgânica que contém os compostos de interesse, passa por outro processo, como a evaporação, para obtenção do extrato final.

A ELL pode ser empregada para extrair a cafeína presente em cafés instantâneos utilizando-se de um funil de separação que possibilita a separação das fases orgânica e aquosa formadas após a adição de solventes, sendo desta forma o objetivo deste presente trabalho.

Metodologia



Resultados e Discussão

Após a secagem de todo o solvente restou apenas uma massa sólida com uma coloração que assemelhou-se da cor proposta na literatura [3] que foi de um branco amarelado, a qual foi aferida em 0,14 g. Sabendo-se que o café tem em sua

composição 2,4 g de cafeína para uma porção de 100 g, calculou-se a massa teórica de cafeína presente em 10 g de café solúvel, pela equação, a seguir e o resultado encontra-se expresso na Tabela 1.

$$x = \frac{\text{massa de cafeína no café} \times \text{massa utilizada}}{100 \text{ g}}$$

Tabela 1. Dados obtidos dos testes com diferentes reatores.

Massa teórica	Massa experimental
0,24 g	0,14 g
Rendimento:	58,80%

Fonte: o autor.

Como apresenta a Tabela 1, a massa aferida após o processo de extração foi de 0,14 g, com um percentual relativamente alto, de cerca de 60%. Tal diferença deve-se possivelmente por eventuais perdas ocorridas pelo tempo de armazenamento dos compostos e ainda devido a prováveis erros durante a realização do procedimento.

Conclusões

Os procedimentos para a ELL apresentaram resultados satisfatórios, chegando-se a cerca de 60% do total de cafeína teórico presente na amostra, resultando em um sólido cristalino de coloração característica a esperada.

Referências Bibliográficas.

[1] Alan N. S. D. *et al.* Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos na modalidade presencial. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2014.

[2] FOUST, Alan S; WENZEL, Leonard A; CLUMP, Curtis W.; MAUS, Louis; ANDERSON, L. Bryce. **Princípio das Operações Unitárias**. P. 13-15. Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos Ltda, 2011.

[3] BRENELLI, E. C. S.; **A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica**. Quim. Nova, Vol. 26, No. 1, 136-138, 2003.

AVALIAÇÃO DA REATIVIDADE DE METAIS

Danieli E. Becker*¹, Bruna T. K. Tusset¹, Caroline Engelmann¹, Isaac dos S. Nunes¹, Suelly R. Hollas¹.

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* danieli.becker@hotmail.com

Palavras chave: Metais; Reatividade; Oxirredução.

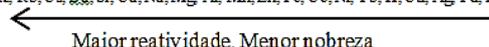
Introdução

Os metais, geralmente são encontrados na natureza na forma sólida e são ótimos condutores de eletricidade. Por terem poucos elétrons em sua camada de valência, os metais tendem a doar elétrons. Porém, a tendência de doar elétrons não é a mesma em todos os metais. Essa tendência depende da reatividade de cada composto metálico que é inversamente proporcional ao grau de ionização.

A reatividade de cada metal rege as reações de oxirredução. Neste tipo de reação ocorre a oxidação – perda de elétrons por uma espécie química – e a redução – que é o ganho de elétrons por uma espécie química [1]. Além disso, se pode caracterizar que: o elemento oxidado perde elétrons, age como redutor; e o elemento reduzido ganha elétrons, logo, age como oxidante [1]. Dessa forma, ao comparar vários metais é possível determinar qual o que mais se oxida e, conseqüentemente, o mais reativo.

Figura 1. Reatividade dos metais.

Li, K, Rb, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Pb, H, Cu, Ag, Pd, Pt, Au

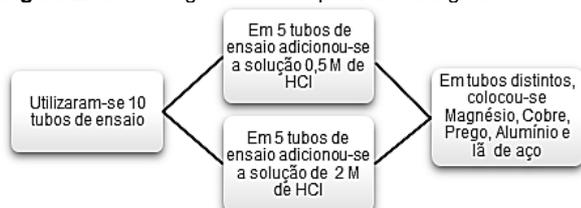


(Fonte: Adaptada [2])

O experimento tem como objetivo avaliar a reatividade perante meios ácidos do Magnésio, Cobre, Alumínio e Ferro – prego e lâ de aço.

Metodologia

Figura 2. Metodologia descrita a partir do fluxograma.



(Fonte: Os Autores)

Resultados e Discussão

Após a realização de todos os procedimentos, observou-se que ocorreu reação com todos os metais analisados, exceto o cobre – que não reagiu por ser um metal nobre, e que possui menor reatividade. Pôde-se notar que em todas as reações ocorreu a liberação de gás, pela

visualização de bolhas, atribuindo-se tal formação à geração de H₂. Também se observou que a reação entre HCl e Mg⁰ ocorreu mais rapidamente que as demais, pelo fato do magnésio ser mais reativo que os outros metais, além disso, percebemos que a esta reação é exotérmica, pois ocorreu a liberação de calor.

Além disso, constatou-se que as reações ocorreram com uma maior velocidade na solução de HCl de maior concentração, tal fato ocorre pois, de acordo com a literatura [2], à medida que a concentração aumenta, a frequência com a qual as moléculas se chocam também o faz, levando a um aumento das velocidades.

Da mesma forma, os reagentes devem entrar em contato para reagir, assim, quanto mais rapidamente as moléculas se chocam, mais rapidamente elas reagem. [...] Quando os reagentes estão em fases diferentes, [...] a reação está limitada à área de contato. Portanto, as reações que envolvem sólidos tendem a prosseguir mais rapidamente se a área superficial do sólido for aumentada [2]. Assim, a reação entre HCl e lâ de aço ocorreu mais rapidamente, pelo fato do metal possuir uma maior área de contato com o ácido.

As reações entre o ácido clorídrico e os metais utilizados eram reações de oxirredução. Onde, observou-se que: Mg⁰, Al⁰ e Fe⁰ são agentes redutores e sofreram oxidação, e que HCl é o agente oxidante e H⁺ sofreu redução.

Conclusões

Portanto, todas as reações tiveram liberação de gás, sendo atribuído a H₂. A reação que ocorreu com maior intensidade e rapidez foi entre HCl e Mg⁰, que é exotérmica. A velocidade da reação também foi influenciada pela concentração do ácido usado e a superfície de contato do metal.

O metal mais reativo do experimento foi o Magnésio e o menos reativo e mais nobre o Cobre, que foi o único que não reagiu. Também se observou que: Mg⁰, Fe⁰, e Al⁰ são agentes redutores e sofreram oxidação, e que HCl é o agente oxidante e H⁺ sofreu redução.

Referências Bibliográficas

[1] GENTIL, V.. *Corrosão*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 353 p.



[2] BROWN, T., et al. *Química, a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.



AVALIAÇÃO DA SEDIMENTAÇÃO DESCONTÍNUA DE Ca(OH)_2

Tatiéli. P. Anibele^{1*}, Ana C. Steffen¹, Gabriela Menin¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: tatypivoto@hotmail.com

Palavras chave: sedimentação; concentração da suspensão; altura de suspensão.

Introdução

O fenômeno da sedimentação ocorre pela ação da força gravitacional sobre as fases sólidas e líquidas, onde a fase sólida tem uma densidade maior que a fase líquida, ocorrendo a deposição da fase sólida na base do equipamento [1]. O processo de sedimentação em batelada apresenta como característica a formação de regiões distintas, como a de líquido clarificado, a de sedimentação livre e a de compactação, separadas por fronteiras móveis que variam com o tempo e que, por sua vez, aumentam o grau de complexidade da modelagem do fenômeno [2]. O ensaio de sedimentação descontínua serve para descrever e analisar o comportamento de uma sedimentação real. Sabendo disso, esse trabalho teve como principal objetivo efetuar um estudo experimental em escala laboratorial de sedimentação descontínua em provetas, por meio das quais obteve-se o tempo de sedimentação e a velocidade de sedimentação dos sedimentadores, com concentrações iniciais conhecidas, sendo elas de 5 e 7%, de Ca(OH)_2 .

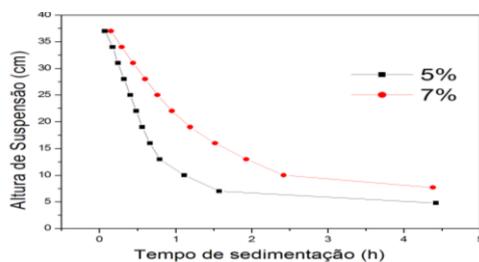
Metodologia

Inicialmente, pesou-se Ca(OH)_2 para o preparo de 2 L das soluções com concentrações de 5 e 7%. Agitou-se as provetas de modo que não ocorresse centrifugação do líquido, sendo posicionadas sobre uma superfície plana, cronometrando-se o tempo de sedimentação cada vez que a interface se movesse 3 cm.

Resultados e Discussão

As Figuras 1 e 2, representam as curvas de altura de suspensão *versus* tempo e altura de suspensão *versus* velocidade, respectivamente.

Figura 1. Curvas de Tempo de Sedimentação *versus* Altura de Suspensão do Ca(OH)_2 .

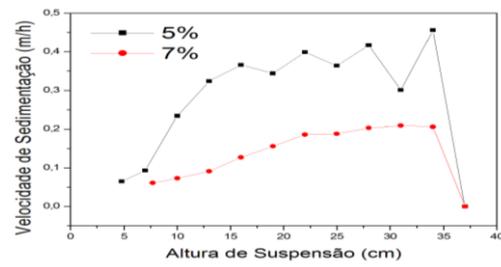


Fonte: Os autores.

Analisando a Figura 1, percebe-se que o tempo para a sedimentação de Ca(OH)_2 7% foi superior a de 5%.

Isso mostra que quanto maior a concentração da suspensão, maior é o tempo de sedimentação. Essa ação acontece devido ao efeito da população, pois com o aumento da concentração ocorre um maior impedimento ao movimento das partículas.

Figura 2. Curvas de Altura de Suspensão *versus* Velocidade de Sedimentação do Ca(OH)_2 .



Fonte: Os autores.

Observando a Figura 2, verifica-se que a velocidade de sedimentação do Ca(OH)_2 7% foi menor que a de 5%. Também é possível notar que a sedimentação de 5% apresentou maior variação na velocidade, enquanto a de 7% foi mais uniforme.

Para a sedimentação de Ca(OH)_2 5%, encontrou-se na literatura [3] uma velocidade de 0,072 m/h para uma altura de suspensão de 0,04 m e, neste trabalho, achou-se uma velocidade de 0,065 m/h para uma altura de 0,048 m. Já para a sedimentação de Ca(OH)_2 7%, houve uma pequena diferença, visto que, aqui, para uma altura de sedimentação de 0,077 m achou-se uma velocidade de 0,061 m/h e na literatura [3] encontrou-se uma velocidade de 0,074 m/h para uma altura de 0,075 m.

Conclusões

As características determinadas neste trabalho são de extrema importância para o dimensionamento de sedimentadores. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que há uma relação entre os parâmetros (concentração, tempo e velocidade) sendo que quanto mais concentrada a suspensão, maior o tempo de sedimentação e menor a velocidade de sedimentação.

Referências Bibliográficas

- [1] AZEVEDO, C. G. *Simulação da Operação de Sedimentos Descontínuos*. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia, 2009.
- [2] AROUCA, F. O. *Uma contribuição ao estudo da sedimentação gravitacional em batelada*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
- [3] LUZ, V. *Sedimentação*. Relatório de Aula Prática. Universidade Federal de Rio Grande, 2015.



AVALIAÇÃO DA SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE ÁGUA E ACETONA POR DESTILAÇÃO SIMPLES E FRACIONADA

Gabriele Dupont^{1*}, Cláudia L. Hahn¹, Keli T. Sallet¹, Júlia C. Diehl¹, Mirela A. Reis¹, Paula G. D. Porta¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: gabi-dupont@hotmail.com

Palavras chave: destilação simples; destilação fracionada; água; acetona.

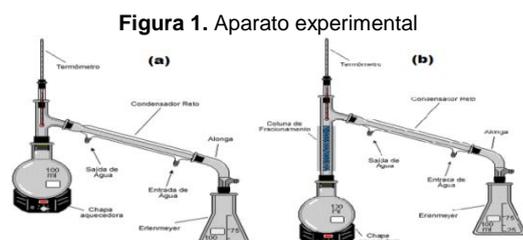
Introdução

De acordo com a literatura [1], a destilação é um importante processo de separação e purificação de compostos orgânicos contidos em uma mistura homogênea. Os métodos de destilação podem ser de natureza simples ou fracionada, e o processo fundamenta-se em separar componentes de diferentes volatilidades. A destilação simples consiste em uma etapa de vaporização e condensação, diferenciando-se da destilação fracionada, que utiliza de uma coluna fracionada com vários obstáculos, onde é possível a separação da mistura em várias frações, promovendo muitas etapas de vaporização e condensação [2].

Tem-se por objetivo neste trabalho promover a destilação simples e a destilação fracionada de misturas constituídas por água e acetona, a fim de obter-se a separação destes líquidos miscíveis por meio de seus pontos de ebulição.

Metodologia

Primeiramente, montaram-se os aparatos experimentais de destilação simples (Figura 1a) e fracionada (Figura 1b). Em continuidade, foram preparados 170 mL de uma mistura de água e acetona com proporções de 30, 40, 50, 60 e 70%, em volume. Após, individualmente, estas soluções foram transferidas para os balões de fundo redondo contendo as pérolas de vidro, a fim de controlar-se a ebulição e efetuaram-se as destilações, utilizando-se de um termômetro para avaliar as variações de temperatura no topo.



Fonte: quiprocura.net (2017).

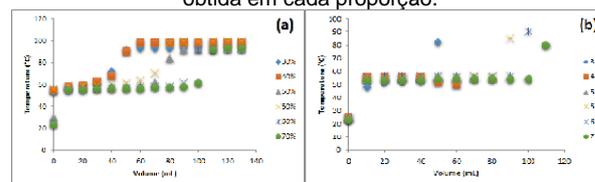
Resultados e Discussão

Sabendo-se que os pontos de ebulição de água e acetona são respectivamente, segundo a literatura [3], de 100 e 56,4° C, e que o primeiro líquido

recolhido numa destilação trata-se do componente com menor ponto de ebulição, pode-se dizer que neste caso, a acetona será o primeiro vapor a ser recolhido e condensado.

Em relação à destilação simples e analisando-se a Figura 2(a), notou-se um padrão de temperatura durante os primeiros 30 mL condensados em todas as misturas, com valores entre 55 e 60°C, aproximando-se da temperatura de ebulição da acetona. Conforme destilavam-se as quantidades correspondentes de acetona em cada processo, a temperatura elevou-se numa faixa de 90 a 100 °C, pois a parte restante tratava-se em sua maioria de água a ser evaporada e condensada, recolhendo-se ao final os 130 mL de destilado.

Figura 2. Relação entre o volume de destilado e a temperatura obtida em cada proporção.



Fonte: o autor.

Tratando-se da destilação fracionada (Figura 2(b)), pode-se dizer que, quando coletados os primeiros 10 mL, todos os procedimentos também estavam na faixa de ebulição da acetona, permanecendo constantes enquanto possuíam grande teor de acetona, a partir disso, a temperatura foi aumentando até restar praticamente somente água.

Conclusões

Verificou-se que na destilação simples coletou-se os 130 mL esperados da mistura, mas sem uma separação efetiva dos componentes. Já a destilação fracionada foi bastante eficaz para que ocorresse a separação da acetona da água, alcançando-se o objetivo.

Referências Bibliográficas

- [1]FOUST, Alan, S. et al. *Princípios das Operações Unitárias*. p. 12-13. 2ª ed. Editora LTC, 2011.
- [2] LEVADA, J. C. *Gestão e gerenciamento de resíduos químicos e aplicação da tecnologia de destilação na recuperação de solventes orgânicos*. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.



[3]VOGEL, Arthur I. *Química Orgânica Qualitativa*. P. 6-13. Vol. 1. 3ª ed. Editora AO Livro Técnico S.A, 1971.



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE PARTÍCULAS

Julia Isabel Schmidt^{1*}, Isaac dos S. Nunes¹, Caroline Klinger¹, Isabel Rauber Barth¹.

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* juliaschm@outlook.com

Palavras chave: caracterização de partículas; picnometria; paquimentria.

Introdução

As partículas sólidas individuais são caracterizadas por seu tamanho, forma e densidade. O tamanho e a forma são facilmente especificados por partículas regulares, como esferas e cubos [1].

A caracterização das partículas sólidas individuais é de fundamental importância para o projeto e dimensionamento de equipamentos que operam com este tipo de material. A determinação de parâmetros como diâmetro, forma, massa específica, porosidade, esfericidade, entre outros, é imprescindível para o êxito das diversas operações unitárias que utilizam sólidos particulados. A Tabela 1 apresenta valores teóricos de algumas propriedades das partículas analisadas. O objetivo do trabalho é caracterizar as partículas de arroz, soja, pipoca, vidro e polipropileno.

Tabela 1. Valores teóricos das partículas.

	ρ Real [kg/m ³]	ρ Bulk	ϕ
Arroz	1120 - 1437	846,8	0,51
Soja	1130	626,62	0,94
Pipoca	1231 - 1356,5	725 - 790	0,68
Vidro	2500	-	1,0
Polipropileno	910	-	1,0

Fonte: [2-9].

Metodologia

A Tabela 2 mostra as propriedades analisadas e os métodos utilizados no experimento.

Tabela 2. Metodologia utilizada no experimento.

Propriedade	Método	Amostras
Diâmetro equivalente (D)	Picnometria e paquimetria	Arroz, soja, pipoca, vidro e polipropileno
Massa específica real (ρ)	Picnometria	Arroz, soja, pipoca, vidro e polipropileno
Massa específica (ρ Bulk) e porosidade do leito (ϵ)	Ensaio de proveta	Arroz, soja e pipoca
Esfericidade (ϕ)	Picnometria e paquimetria	Arroz, soja, pipoca, vidro e polipropileno

Fonte: os autores.

Resultados e Discussão

Os resultados encontrados no experimento estão descritos na Tabela 3. Sendo: 1- Arroz, 2- Soja, 3- Pipoca, 4- Vidro e 5- Polipropileno.

A discrepância entre os valores obtidos experimentalmente e os encontrados na literatura pode ter sido ocasionada por erros de medidas, precisão da balança, número reduzido de

partículas nos ensaios de picnometria e considerações de cálculo relacionadas à geometria das partículas.

Tabela 3. Resultados da caracterização física de partículas.

	D [m]		ρ [kg/m ³]		ϵ	ϕ	
	Picn.	Paq.	Real	Bulk		Picn.	Paq.
1	0,00	0,00	1359,	813,8	0,40	1,10	0,22
	3	4	7	3		3	0
2	0,00	0,00	1186	645,7	0,45	0,95	0,91
	8	8				5	8
3	0,00	0,00	1336,	847,0	0,36	1,07	0,68
	7	7	7	3		1	5
4	0,00	0,00	2400,	-	-	1,11	1,0
	4	4	1	-		8	-
5	0,00	0,00	898,1	-	-	1,65	1,0
	4	3	3	-		4	-

Fonte: os autores.

Conclusões

Foi possível encontrar valores de massa específica real e massa específica Bulk próximos aos valores disponíveis na literatura. As esfericidades obtidas por picnometria apresentaram diferenças significativas dos valores teóricos devido a erros nas medidas associados à balança e às considerações de cálculo relacionadas à geometria das partículas para o cálculo da área superficial.

Referências Bibliográficas

- [1] MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. *Unit operations of chemical engineering*. 7 ed. New York: McGraw-Hill Education, 2005.
- [2] JAYAS, D. S. Grain property values and their measurement. In: MUJUMDAR, A. S.; CENKOWSKI, S. *Handbook of Industrial Drying*. 4. ed. Florida: Crc Press, 2015. Cap. 27. p. 567-594.
- [3] MUSSOLINI, R. C. *Caracterização físico-química e rendimento da moagem úmida de quatro híbridos de milho*. 60 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia e Ciência de Alimentos, Unesp, São José do Rio Preto, 2009.
- [4] OTA, W. N. *Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizadas pela indústria automotiva nacional*. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia, UFPR, Curitiba, 2004. 106 p.
- [5] RIBEIRO, V. S.; et al. Propriedades físicas de produtos agrícolas. *Rev. Bras. de Prod. Agroind.*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2002.
- [6] RUFFATO, S.; et al. Influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade de milho-pipoca. *Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 45-48, 1999.

[7] SCHULTZ, R. A.; et al. *Propriedades físicas de grãos de soja armazenadas em diferentes condições*. In: Congresso brasileiro de engenharia agrícola. Campo Grande: Sbea, 2014.

[8] VASCONCELLOS, M. B. T. *Modelagem matemática do escoamento do ar em meio particulado em condições não homogêneas e anisotrópicas*. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Modelagem Matemática, Unijui, Ijuí, 2012.

[9] BARROS, C. *Apostila de vidros: materiais de construção - edificações*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2010.



DETERMINAÇÃO COMPLEXOMÉTRICA DE ZINCO EM SHAMPOO

Gabriele Dornelles Ávila¹, Caroline Dahmer¹, Estela Bresolin Pereira¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

Gabriele Dornelles Ávila: gabrieledavila@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: complexação; zinco; EDTA;

Introdução

O piritionato de zinco (PTZ), de fórmula molecular $C_{10}H_8N_2O_2S_2Zn$, possui propriedades ácidas, sendo agente antimicrobiano de amplo espectro, usado em inúmeras formulações para tratamento de caspa e seborreia [1].

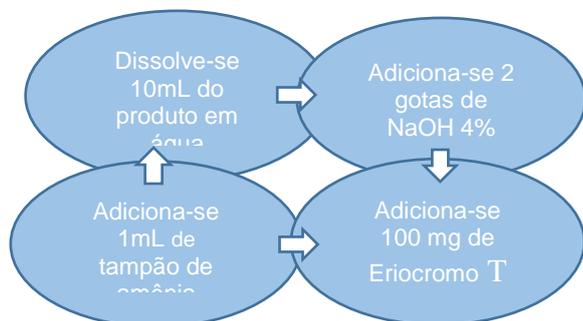
O uso de complexometrias para verificar a concentração de metais em uma dada amostra é uma forma eficaz, uma vez que o agente complexante padrão reage com os íons da amostra, formando complexos metálicos estáveis. O objetivo desta complexação foi verificar se a concentração de PTZ um determinado shampoo condiz com a concentração assinalada no rótulo.

Metodologia

O método realizado foi o de determinação complexométrica, onde preparou-se uma amostra contendo metal, neste caso o zinco do PTZ, e titulou-se sobre essa amostra o titulante padrão deste método, o ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) com concentração 0,01 mol/L.

A figura 1 abaixo exemplifica como amostra é preparada, em triplicata:

Figura 1. Fluxograma de preparo da amostra



Fonte: as autoras

No fim destes passos, titulando EDTA sobre a amostra, busca-se a total complexação dos íons do PTZ.

Resultados e Discussão

Na complexometria apresentada, o EDTA, funciona como ligante polidentado e reage com o zinco do PTZ, formando complexos metálicos de zinco estáveis em reação completa e instantânea [2]. Deste modo, é capaz de ser analisada a quantidade presente de Zinco na amostra.

A ação do indicador Eriocromo T, de lilás para azul intenso e o excesso necessário de EDTA, apontam o fim da reação complexométrica. Na figura 2 abaixo mostra as colorações de antes e depois da complexação total da amostra.

Figura 2. Solução antes e depois da adição de EDTA



Fonte: as autoras

A tabela 1 aponta os dados referentes à amostra necessários para os cálculos.

Tabela 1. Dados referentes à amostra

Massa (1mL)	0,06537 mg de Zn
Média da triplicata	29,4 mL
Ms(embalagem)	0,44 g de Zn

$$x = \frac{V \times m}{Ms} \times 100\%$$

Onde:

V; é o volume médio da triplicata;

M; é a massa que cada 1 mL de EDTA absorve;

Ms; é a massa de PTZ contida no produto segundo a embalagem.

O valor obtido de PTZ, 0,437% de concentração, foi praticamente o mesmo relatado no rótulo do produto analisado. Deve-se isso a precisão que a volumetria de complexação e a eficácia do EDTA ao agir na formação dos complexos metálicos.

Conclusões

Comparando ao valor do rótulo da embalagem, que era de 0,44% de PTZ, constatou-se que o produto apresenta quantidade estipulada pela fabricante. Segundo os cálculos da amostragem, o shampoo utilizado no experimento contém cerca de 0,437% de zinco em sua composição.



Referências Bibliográficas

- [1] HARRIS, Daniel C. *Análise Química Quantitativa*, 8ª edição. LTC, 02/2012.
- [2] VOGEL, Arthur Israel, MENDHAM, J, DENNEY, R.C., BARNES, J.D., THOMAS, M. *Análise Química Quantitativa*, 6ª edição. LTC, 03/2002.



DETERMINAÇÃO DA ORDEM DE UMA REAÇÃO QUÍMICA: MÉTODO DA VELOCIDADE INICIAL

Kamilla Osório Rodrigues^{1*}, Ivan Carlos Casagrande¹,

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: kamilla_or@hotmail.com

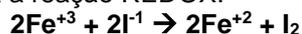
Palavras chave: Físico-química; cinética química; iodometria; ordem de reação.

Introdução

A velocidade de uma reação química é definida como a variação da concentração dos reagentes, ou produtos, em função do tempo. Para a reação química abaixo (esquerda), pode-se expressar essa reação, em termos de velocidade da reação, como indicado a direita:



Os expoentes 'a' e 'b' não podem ser preditos teoricamente, sendo determinados pela observação da dependência da velocidade em relação à concentração dos reagentes 'A' e 'B'. A soma destes expoentes é denominada ordem de reação, sendo o objetivo principal desse trabalho. A equação anterior pode ser escrita na forma: $V = k \cdot [A_0]^a \cdot [B_0]^b$, onde A_0 , B_0 , são concentrações iniciais de A, B. Assim o valor de 'a' pode ser determinado mantendo-se $[B_0]$ constante, o valor de 'b' mantendo-se $[A_0]$ constante. Neste trabalho foi estudada a reação REDOX:



Como a velocidade da reação é dada pela expressão $v = k \cdot [Fe^{+2}]^a \cdot [I^{-1}]^b$, sendo que a ordem da reação pode ser determinada encontrando-se os valores de 'a' e 'b', determinou-se nesse trabalho os valores dos expoentes. [1]

Metodologia

Numerou-se 10 Erlenmeyers de 250mL e adicionou-se as quantidades (em mL) citadas nas colunas A, B, C, D e E do quadro 1.

Quadro 1. Volumes das soluções a serem adicionados.

	A	B	C	D	E	F
	Fe(NO ₃) ₂	HNO ₃	KNO ₃	H ₂ O	Amid _o	KI
1	10	10	50	25	1	2 5
2	20	10	40	25	1	2 5
3	30	10	30	25	1	2 5
4	40	10	20	25	1	2 5
5	50	10	10	25	1	2 5
6	25	10	50	25	1	1 0
7	25	10	40	25	1	2 0

8	25	10	30	25	1	3 0
9	25	10	20	25	1	4 0
10	25	10	10	25	1	5 0

As soluções eram de Fe(NO₃)₃ (0,017M), HNO₃ (0,01M), KNO₃ (0,1M), H₂O, Amido (0,5%) e KI (0,025M), que estavam contidas em seis buretas de 50mL. Após a adição dos cinco primeiros reagentes, adicionou-se o KI e, imediatamente a seguir, cronometrou-se o tempo de reação, até o aparecimento da coloração azul. Primeiro manteve-se a concentração do íon iodeto constante nos primeiros cinco Erlenmeyers, aumentando-se gradualmente a concentração do cátion Fe⁺² na reação e, medindo-se a mudança do tempo da reação com um cronômetro. Posteriormente, nos outros cinco Erlenmeyers, manteve-se a concentração do cátion Ferro II constante, aumentando-se gradualmente a concentração do íon iodeto, com posterior cronometragem do tempo de reação.

Resultados e Discussão

A reação se baseia na formação do I₂, que reage com o excesso de iodeto, formando o KI₃, que por sua vez reage com o amido gerando uma coloração azul. O surgimento dessa coloração azul indica o término da reação. Essa reação só ocorre em meio ácido. Após o registro dos tempos da reação, em segundos, converteu-se os volumes de Fe(NO₃)₂ e KI em molaridade, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Molaridade das soluções e tempo de reação.

	[Fe(NO ₃) ₂] (mol/L)	[KI] (mol/L)	Tempo (s)
1	0,00140	0,00516	4,1
2	0,00280	0,00516	8,0
3	0,00412	0,00516	11,2
4	0,00561	0,00516	16,2
5	0,00702	0,00516	20,1
6	0,00351	0,00206	6,3
7	0,00351	0,00413	12,0
8	0,00351	0,00619	19,1
9	0,00351	0,00826	24,7
10	0,00351	0,01033	30,6

Fonte: o autor.



Analisando-se os resultados na Tabela 1, verifica-se que conforme a concentração de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ aumenta, o tempo de reação aumenta proporcionalmente, o mesmo ocorrendo com o KI.

Conclusões

Analisando-se os resultados, conclui-se que ordem da reação é 2, uma vez que expressão da velocidade pode ser escrita como $v = k \cdot [\text{Fe}^{+2}]^1 \cdot [\text{I}^{-1}]^1$.

Referências Bibliográficas

[1] OLIVEIRA, J., et. al. Determinação da ordem de reação entre o tiosulfato de sódio e o ácido clorídrico. UEPB, Centro de Ciência e Tecnologia. Campina Grande – Pb, 2012.



DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO EM SUCO DE LARANJA COMERCIAL

Caroline da R. Pereira, Nadine A. Löeblein, Estela B. Pereira.
Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo
nadine.loeblein@hotmail.com

Palavras chave: ácido cítrico; suco industrializado; acidez; laranja;

Introdução

O ácido cítrico é um dos mais utilizados pela indústria alimentícia e de bebidas. Dentre as suas propriedades destacam-se na indústria as antioxidantes, acidulantes, flavorizantes, sequestrantes e reguladoras de acidez e pH, mascarando o gosto desagradável de alguns compostos. A acidez do ácido cítrico é devido aos três grupos carboxilas que podem perder um próton em soluções [1]. O suco de laranja industrializado é um dos mais vendidos dentre as demais opções de sabores. Os sucos e bebidas a base de frutas são regulamentados pela legislação brasileira na área de alimentos, a qual é regida pelo Ministério da Saúde, por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) [2].

A acidez relatada pelas indústrias varia de 3,00 a 5,00 gramas de ácido cítrico por 100 gramas de suco concentrado de laranja [3]. O artigo nº 41 do decreto de lei nº 2.314, de 1997 define polpa de fruta. A Instrução Normativa nº 1 de 2000, complementa o artigo anterior, definindo teores para sucos de frutas. Onde consta o valor de 7,0 g de ácido cítrico para cada 100 mL de suco de laranja [4]. O propósito deste foi avaliar uma amostra comercial e verificar se a mesma está correspondendo aos padrões previstos pelo MAPA e compará-la aos teores industriais mencionados.

Metodologia

Determinação da quantidade de ácido cítrico presente em um suco de laranja industrializado, por meio da titulação ácido-base, utilizando-se uma solução de NaOH 0,1 mol/L anteriormente padronizada, amostra de 10 mL de titulado e como indicador uma solução alcoólica de fonolftaleína 1%. Analisando-se os resultados e verificando os teores obtidos.

Resultados e Discussão

A amostra de suco apresenta uma coloração inicial laranja claro e após a titulação, o ponto final foi identificado pela intensificação da cor. Inicialmente o indicador adicionado não altera a coloração, porque está em meio ácido. Mas, quando a quantidade de íons H⁺ fornecidos pelo NaOH e a

quantidade de íons OH⁻ fornecidos pelo suco se igualar a solução altera a cor.

Tabela 1- Volume de cada titulação e a massa de ácido cítrico encontrada.

Experimento	Volume de NaOH gasto para 10 mL de suco (mL)	Ácido cítrico (g)
1	4,6	2,79
2	4,6	2,79
3	4,5	2,73
Média	4,56	2,77

Fonte: Os autores.

A concentração molar de ácido cítrico foi determinada através dos volumes gastos,

$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$C_1 \cdot 10\text{mL} = 4,56 \cdot (0,95) \cdot 0,1$$
$$C_1 = 0,04332 \text{ mol/L}$$

Determinado-se a massa, onde 1 mol de ácido cítrico corresponde a 64,04 g, obtendo:

$$1 \text{ mol} - 64,04 \text{ g}$$
$$0,0433 \text{ mol} - x \text{ g}$$
$$x = 2,77 \text{ g}$$

O teor é menor que o relatado pelas indústrias, porém próximo, e está de acordo com o exigido pelo MAPA. Indicando que há uma quantidade de ácido distinta, necessária para que cada suco se encontre nos padrões de consumo, pois esta depende dos diversos fatores que influenciam na qualidade do suco. De modo que ele é adicionado também para outros fins além de conservação [1].

Conclusões

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, as 2,77 gramas de ácido cítrico não estão dentro faixa de acidez relatada pela indústria, pelo fato deste teor ser influenciado por diversos fatores relacionados ao estado de maturação e conservação da fruta. Porém não ultrapassa o previsto pelo MAPA, estando assim adequado para o consumo.

Referências Bibliográficas

- [1] Food Ingredients Brasil. Aplicações do ácido cítrico na indústria de alimentos. FIB, São Paulo, 2014. Edição 30.
- [2] N.P.M. OLIVEIRA, J.A. SENA, K.K. SANTOS, D.P. BEZERRA. IDENTIFICAÇÃO DO TEOR DE ACIDEZ EM SUCO DE LARANJA INDUSTRIALIZADO.
- [3] FIGUEIRA, RICARDO, ET AL. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E LEGALIDADE EM BEBIDAS DE LARANJA.
- [4] FERRAREZI, Alessandra Carvalho; SANTOS, Karina Olbrich dos; MONTEIRO, Magali. Avaliação crítica da legislação brasileira de sucos de fruta, com ênfase no suco de fruta pronto para beber. Rev. Nutr., Campinas, v. 23, n. 4, p. 667-677, Aug. 2010.



DETERMINAÇÃO DE CARBENDAZIM EM AMOSTRAS DE ÁGUA DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS POR DLLME E HPLC-FLD

Dionatan Rafael Sobucki*, Daiane Skupin da Silva

Dep. Ciências Exatas e da Terra – Curso de Química Industrial – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: dionatans171@gmail.com

Palavras chave: fungicida; carbendazim; água; DLLME; HPLC-FLD.

Introdução

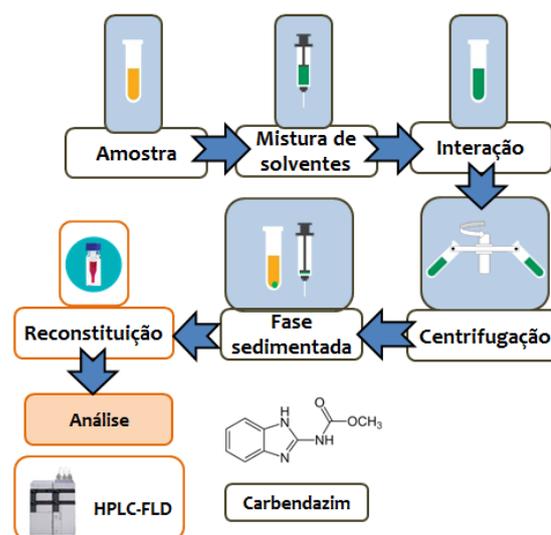
Devido à utilização generalizada de pesticidas agrícolas e suas diferentes aplicações, os resíduos gerados podem apresentar fonte de poluição, o que acarreta em riscos para as plantas, animais e saúde humana. Os fungicidas benzimidazólicos são pesticidas amplamente empregados na agricultura para o controle, pré e pós-colheita, de uma vasta gama de agentes patogênicos. Carbendazim (metil-2-benzimidazole-carbamato, MBC) é um dos fungicidas benzimidazólicos mais utilizados na agricultura mundial [1]. A microextração líquido-líquida dispersiva (DLLME) é baseada na dispersão de gotas minúsculas do solvente de extração dentro da solução aquosa para a extração do analito de interesse em amostras ambientais. O processo de extração por DLLME é influenciado por alguns parâmetros, que serão investigados: volume e tipo de solvente extrator e de solvente dispersor, tempo de extração, força iônica e pH [2]. Neste contexto, a proposta do presente trabalho é a determinação de carbendazim em amostras de água da região das Missões/RS utilizando DLLME e cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por fluorescência (HPLC-FLD).

Metodologia

As amostras de água para a determinação do fungicida carbendazim serão coletadas na região das Missões/RS e filtradas em filtro de membrana de celulose de porosidade 0,45 µm. A etapa de preparo e pré-concentração do analito nas amostras consistirá no uso de DLLME. Testes iniciais da DLLME serão feitos utilizando clorofórmio (solvente extrator) e tetrahydrofurano (solvente dispersor) em diferentes proporções. Cromatografia líquida com detecção por fluorescência será utilizada para a quantificação de carbendazim em amostras nas reais. Um cromatógrafo Perkin Elmer® equipado com bomba binária, injetor automático, detector de fluorescência, coluna C18 (250mm x 4,6 mm x 5,0 µm) serão utilizados nas análises cromatográficas. Como fase móvel, uma mistura metanol:água (60:40, v/v). A metodologia analítica será validada seguindo as normativas da ANVISA [3] e do

INMETRO [4]. A Figura 1 apresenta um fluxograma experimental do trabalho proposto.

Figura 1. Fluxograma experimental da determinação de carbendazim em amostras de água por DLLME e HPLC-FLD.



Resultados e Discussão

Como resultados esperados: utilizar um método rápido e sensível que permita a determinação de carbendazim, em concentrações traço, em amostras de água da região das Missões/RS.

Conclusão

O uso de técnicas de microextração, como a DLLME, reduzem significativamente o uso de solventes orgânicos. Associada a HPLC-FLD buscará o desenvolvimento de um método analítico com boa reprodutibilidade e boas taxas de recuperação.

Referências Bibliográficas

- [1] Wu, Q. *et al.* Dispersive liquid-liquid microextraction combined with high performance liquid chromatography-fluorescence detection for the determination of carbendazim and thiabendazole in environmental samples. *Analytica Chimica Acta* 638, 2009, 139–145.
- [2] Martins, M. L. *et al.* Microextração Líquido-Líquido Dispersiva (DLLME): fundamentos e aplicações. *Scientia Chromatographica*, 2012; 4(1):35-51.
- [3] ANVISA. Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos. Resolução RE nº 899, de 29 de maio de 2003.
- [4] INMETRO. Orientação sobre validação de métodos analíticos - DOQ-CGCRE-008, 2011.



DETERMINAÇÃO DE COBRE EM SOLUÇÃO ATRAVÉS DE ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

Júlia C. Diel^{1*}, Gabriele K. Dupont¹, Mirela A. Reis¹, Paula G. D. Porta¹, Estela B. Pereira¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: juliacdriel@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: espectrometria de absorção atômica; cobre; potabilidade.

Introdução

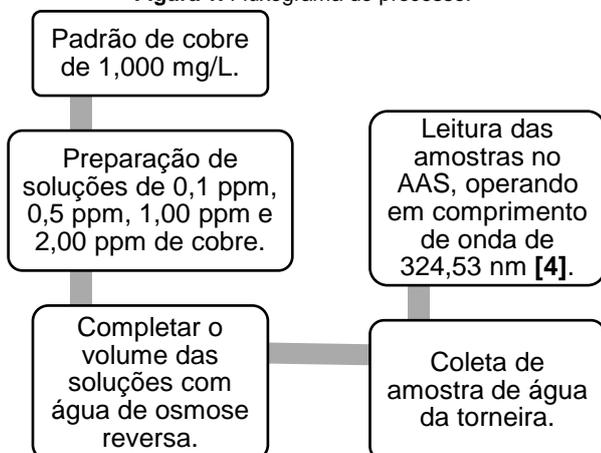
A espectrometria de absorção atômica (AAS) é uma técnica empregada na determinação de espécies metálicas em baixas concentrações, que estão presentes numa variedade de amostras, sejam estas líquidas, sólidas, em suspensão, e até mesmo gasosas [1]. A função da chama é converter o aerossol da amostra em vapor atômico, que pode então absorver a luz proveniente de uma fonte primária. A quantidade de radiação absorvida está relacionada com a concentração do elemento de interesse na solução [2].

O objetivo desta atividade foi determinar as absorvâncias de amostras de concentração conhecida de cobre, através das leituras realizadas no AAS, e estabelecer a concentração de cobre presente em uma amostra de água da torneira, conferindo sua potabilidade através de comparativo com os parâmetros da Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, cujo valor máximo permitido de cobre é de 2,00 mg/L ou 2,00 ppm para água potável canalizada para abastecimento domiciliar [3].

Metodologia

Aplicada de acordo com a Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo.



Fonte: os autores.

Resultados e Discussão

Obtiveram-se os valores de absorvância para cada concentração de solução, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração e absorvância das soluções.

Concentração	Abs. teórica	Abs. Encontrada
0,1 ppm de Cu	0,0184	0,0073
0,5 ppm de Cu	0,0829	0,0740
1,00 ppm de Cu	0,1602	0,1467
2,00 ppm de Cu	0,3162	0,3049
Água da torneira	-	- 0,0041

Fonte: os autores.

Comparando-se os valores das absorvâncias encontradas com as absorvâncias teóricas [4], identificou-se que para a concentração de 0,1 ppm o valor encontrado diferenciou-se do esperado, devido possivelmente a erros analíticos como na diluição do padrão, utilização de padrão vencido, e a não utilização de água ultra pura para completar o volume das soluções, uma vez que o AAS é altamente sensível. Já para as demais concentrações, os valores foram relativamente próximos aos previstos.

Quanto a concentração de cobre presente na amostra de água da torneira, a leitura apontou **0,0146 ppm**, apresentando-se dentro do padrão de potabilidade recomendado.

Conclusões

A metodologia aplicada demonstrou-se eficaz na aplicação da técnica de absorção atômica para determinação da absorvância de amostras de cobre de concentração conhecida, bem como para estabelecer a concentração de cobre em uma amostra de água. E, de acordo com a Portaria Nº 2.914, a amostra de água da torneira empregada está dentro do padrão de potabilidade recomendado.

Referências Bibliográficas

- [1] F.A.C. Amorim, I.P Lobo, V.L.C.S Santos, S.L.C. Ferreira, Espectrometria de absorção atômica, Química Nova, Bahia, 2008, p. 1784-1790.
- [2] A.I da Silva, A.M.F. Bidart, R.J. Casella. Absorção Atômica. IFRJ, 2016. Acessado em 10 de maio de 2017.
- [3] Sabesp: Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Acessado em 10 de maio de 2017.
- [4] Cookbook. Catálogo de consumíveis.



I Mostra de Trabalhos de Engenharia Química



DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO NA ÁGUA SANITÁRIA

Dinalva Schein¹, Viviane Fernanda Piveta^{1*}, Estela Bresolin Pereira¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* vivipiveta@hotmail.com

Palavras chave: Água Sanitária; ANVISA; teor de cloro.

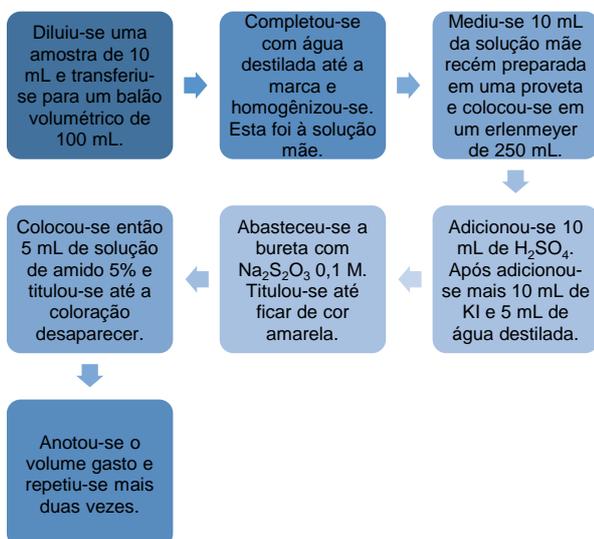
Introdução

A água sanitária, é uma solução diluída de hipoclorito de sódio (NaClO), que é obtido a partir da passagem do gás cloro por uma solução concentrada de hidróxido de sódio. Com isso, deseja-se determinar o teor de cloro ativo presente em água sanitária através do método de oxi-redução.[1]

A água sanitária que é um produto derivado do hipoclorito de sódio só pode ser comercializada com o registro da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que constantemente realiza fiscalizações verificando se as empresas que fabricam este produto estão obedecendo às regras de fabricação, definida pela portaria nº 89/94 onde o teor de cloro ativo é estabelecido entre 2,00% p/p a 2,5% p/p durante o prazo de validade, estabelecido de no máximo de seis meses. Se caso esta quantidade estiver acima destes padrões específicos, o cloro pode ser liberado em forma de gás cloro (Cl₂), sendo altamente irritante e podendo ser absorvido pelo corpo humano. Segundo as normas de fabricação, a água sanitária deve conter em sua composição apenas hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio e água. [2]

Metodologia

Realizou-se a determinação do teor de cloro ativo na água sanitária, de acordo com os passos apresentados no fluxograma abaixo:



Resultados e Discussão

Após a realização dos devidos procedimentos, obteve-se a média de 6,2 mL de volume gasto de Na₂S₂O₃, a partir desse dado pode-se calcular o teor de cloro ativo presente na água sanitária, através da fórmula abaixo:

$$\% \text{ cloro ativo} = \frac{V_1 \times M_1 \times M_{\text{eq}} \times 100}{V_{\text{aliquota}} \times V_{\text{diluido}}}$$

Onde, V₁ (volume de Na₂S₂O₃ gasto na titulação (L)); M₁ (Normalidade da solução Na₂S₂O₃); M_{eq} do Cl₂; V_{aliquota} (volume da alíquota para a diluição utilizada na titulação (L)); V_{diluido} (volume final(L)).

Quadro 1. Resultado do volumes gastos na titulação e o resultado do teor de cloro ativo.

Volume gasto de Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)	Volume médio gasto de Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)	Cloroativo (%)
6,00	6,2	2,2%
6,4		
6,2		

Fonte: As autoras.

Verificou-se como resultado final uma porcentagem do teor de cloro ativo de 2,2%, conforme se pode observar no Quadro 1 acima. Este, portanto segue dentro do padrão segundo a ANVISA e também dentro do apresentado no rótulo do produto. Portanto obteve-se resultado satisfatório atendendo assim o objetivo proposto.

Conclusões

Após a realização da prática de determinação do teor de cloro ativo na água sanitária comercial, por volumetria de oxi-redução, conclui-se que a água sanitária se encontra em condições adequadas conforme apresentadas no rótulo e também de acordo com as normas da ANVISA.

Referências Bibliográficas

[1] NUNES, Daniele Gomes. PATERNOSTRO, Francisco Pio. MARTINS, Iolene Castro. MARTINS, Leocimar Souza dos Anjos. "Determinação de cloro ativo em água sanitária". Arquivo digital disponível em:

<http://iolenecastro.blogspot.com.br/2012/11/experimento-determinacao-do-teor-de_17.html>.

[2] Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Arquivo digital disponível em:

<<http://www.anvisa.gov.br/saneantes/conceito.htm>>.



EMPREGO DA EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÓLEOS DE ALIMENTO DE MILHO INDUSTRIALIZADO

Carolina S. Fronza^{1*}, Dara F. Nehring¹, Dinalva Schein¹, Gabriela A. K. Bremm¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*carolinasfronza@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: extração sólido-líquido; Soxhlet, óleos; alimento de milho industrializado.

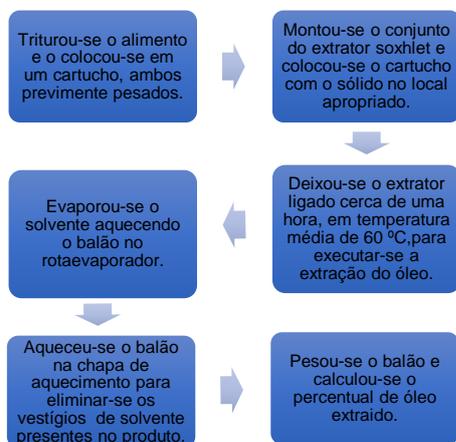
Introdução

A extração com solventes é um processo utilizado em química orgânica para realizar a separação e o isolamento de substâncias presentes em misturas complexas, como em alimentos e diversos produtos [1]. Esta forma de extração, nunca fornecerá um composto totalmente puro, pois resíduos de solvente permanecerão junto com o produto extraído. No entanto, esta é uma das principais formas de obtenção de produtos, a partir de misturas, para as indústrias [2]. Essa técnica é bastante utilizada quando a solubilidade do soluto for pequena ou quando se deseja maximizar a extração do soluto [3].

Desta forma, destaca-se a extração sólido-líquido contínua, a qual é empregada, em nível de laboratório, na extração de óleo, e a aparelhagem mais utilizada para esse tipo de extração é o extrator de Soxhlet. Assim, utilizou-se deste método para extrair óleo de alimento de milho industrializado, a fim de comparar os valores obtidos com valores nutricionais da embalagem.

Metodologia

Realizou-se a extração de óleo de alimento de milho industrializado (salgadinho), com solvente hexano, conforme instruções do docente de Química Orgânica Experimental. Estas, apresentadas no fluxograma a seguir:



Resultados e Discussão

O processo de extração durou aproximadamente uma hora, tempo suficiente para uma boa lavagem da amostra. Os resultados da extração do óleo do

alimento foram comparados com os valores dos dados nutricionais informados na embalagem do mesmo. Os valores obtidos na extração sólido-líquido estão dispostos na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Dados experimentais vs. dados teóricos.

	Massa de alimento (g)	Massa de óleo (g)	Óleo (%)
Experimental	16,82	5,78	34,36
Teórico	25	6,3	25,2

Fonte: As autoras.

Observa-se que os valores de óleo extraído foram maiores do que a porcentagem informada na embalagem, já que a porcentagem de óleo coletado da amostra foi de 34,36%, correspondente a 8,59 gramas de óleo a cada 25 gramas de salgadinho.

No entanto, como conhecido, a extração nunca resulta num composto totalmente puro [2], portanto, parte do extrato resultante é composto também pelo solvente utilizado no processo, gerando por isso, a discordância entre as informações nutricionais e os valores obtidos na extração.

Conclusões

Após a extração sólido-líquido contínua, o resultado encontrado foi de 34,36%, sendo maior que o esperado. Atribui-se esta discrepância ao fato de que o produto extraído provavelmente não era composto apenas de gorduras, contendo ainda certa quantidade de solvente. Observa-se também que durante o processo de extração vários fatores podem interferir no resultado final, como por exemplo, a não evaporação total do solvente ou a lavagem insuficiente do produto, ocasionando a presença de impurezas indesejáveis.

Referências Bibliográficas

- [1] A. I. VOGEL, Química Orgânica: Análise orgânica qualitativa, 1971.
- [2] B.G. SOARES, N.A. SOUZA, and D.X. PIRES, Química orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos, 1988.
- [3] B.G. SOARES, N.A. SOUZA, and D.X. PIRES, Química orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos, 1988.
- [3] USJT, Extração de óleos essenciais. Disponível em: <<http://laszlo.ind.br/admin/artigos/arquivos/extracaooe.pdf>>., 2001.



ENSAIO DE SEDIMENTAÇÃO DESCONTÍNUA DE CaCO_3

Caroline Klinger^{1*}, Isaac dos S. Nunes¹, Isabel Rauber Barth¹, Julia Isabel Schmidt¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* ca_klinger@hotmail.com

Palavras chave: sedimentação descontínua, curva de sedimentação, carbonato de cálcio, ensaio de proveta CaCO_3 3% foi superior às suspensões 5 e 7% e estas, por sua vez, não apresentaram grande variação entre si.

Introdução

A sedimentação é definida como uma operação de separação sólido-líquido que se fundamenta na diferença de concentrações das fases constituintes de uma suspensão, estando essas suscetíveis à ação da gravidade [1].

Os sedimentadores são tanques cilíndricos destinados ao espessamento (onde o produto de interesse é a fase particulada) ou clarificação (onde o produto de interesse é o líquido) [2]. O projeto destes equipamentos é baseado nos métodos de Coe e Clevenger, Kynch, Talmadge e Fitch e Roberts, que levam em conta o cálculo da velocidade de sedimentação por meio das leis de Stokes e Newton [3].

O teste de proveta permite a compreensão do processo de sedimentação por meio do acompanhamento do deslocamento vertical da interface superior da suspensão ao longo do tempo [1].

Como a sedimentação apresenta larga aplicação na separação de misturas, o objetivo deste estudo foi a obtenção das curvas de sedimentação do CaCO_3 nas concentrações de 3, 5 e 7% por meio do teste de proveta para melhor visualização do comportamento destas suspensões.

Metodologia

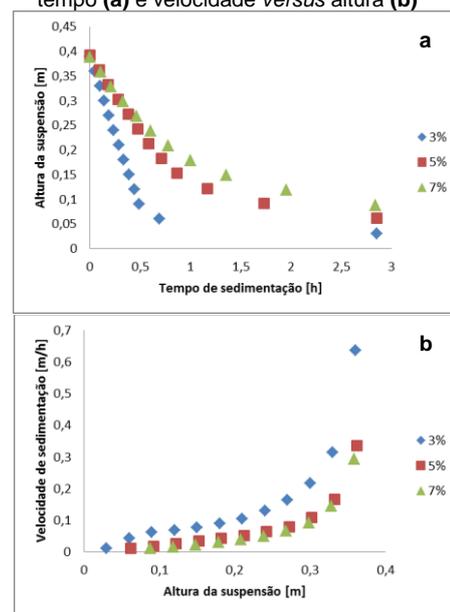
Para o ensaio de proveta, inicialmente, prepararam-se as suspensões 3, 5 e 7% de CaCO_3 em água destilada. Feito isso, agitaram-se as suspensões, dispararam-se os cronômetros e anotaram-se os tempos de sedimentação a cada 3 cm de variação de altura da interface superior.

Resultados e Discussão

Após homogeneizar a suspensão contida na proveta e colocá-la em repouso, observou-se que, decorrido certo tempo, as partículas mais grossas depositaram-se no fundo do tubo, as intermediárias distribuíram-se em diferentes alturas e as mais finas continuaram em suspensão. A Figura 1 apresenta o comportamento das curvas de sedimentação altura versus tempo e velocidade versus altura para o CaCO_3 .

Analisando a Figura 1 (a) verificou-se que, quanto mais concentrada a suspensão de CaCO_3 , mais tempo a sedimentação levou para ser concluída, ou seja, atingir a altura final do espessado. Com relação à Figura 1 (b) observou-se que a velocidade de sedimentação da suspensão de

Figura 1. Curvas de sedimentação do CaCO_3 altura versus tempo (a) e velocidade versus altura (b)



Fonte: Autores

Além disso, a curva altura versus tempo foi consistente com a descrita na literatura [4].

Conclusões

Ao final do experimento, verificou-se que cada partícula sedimentou com uma velocidade proporcional ao seu tamanho. A velocidade de sedimentação apresentou uma grande variação no início do experimento e diminuiu com a compactação do espessado. Assim, de forma geral, constatou-se que a suspensão de CaCO_3 3% apresentou maior velocidade de sedimentação no início do procedimento, fazendo com que o tempo de sedimentação fosse menor.

Referências Bibliográficas

- [1] CREMASCO, M. A. *Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos*. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- [2] GEANKOPPLIS, C. J. *Transport Processes and Unit Operations*. 3 ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International, 1993.
- [3] GOMIDE, R. *Operações unitárias: separações mecânicas*. vol. 3. São Paulo: R. Gomide, 1980.
- [4] RICHARDSON, J. F.; HARKER, J. H.; BACKHURST, J. R. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering*. Woburn: Butterworth Heinemann, 2002.



ESTUDO DE MOAGEM E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE ARROZ

Isabel Rauber Barth^{1*}, Isaac dos S. Nunes¹, Caroline Klinger¹, Julia Isabel Schmidt¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* isabel.rbarth@hotmail.com

Palavras chave: moinhos; fragmentação; peneiramento; análise granulométrica.

Introdução

As propriedades de um material podem ser consideravelmente influenciadas pelo tamanho de partículas, pois a reatividade química de partículas finas é maior do que de partículas grosseiras [1].

Nos moinhos de rolos, a pressão provoca a formação de microfissuras nas partículas alimentadas, gerando uma quantidade considerável de material fino em um curto período de tempo [2]. Os moinhos de facas são ideais para materiais fibrosos ou maleáveis, como madeiras, frutas secas, entre outros.

Uma vez que a moagem é largamente utilizada industrialmente, o presente estudo teve como objetivo reproduzir em laboratório ensaios em moinhos de rolos e de facas, seguidos de peneiramento e análise granulométrica, a fim de comparar a eficiência dos moinhos entre si.

Metodologia

Primeiramente, realizou-se o peneiramento e análise granulométrica do arroz branco em série de peneiras e agitador de peneiras (Bertel Ind. Metalúrgica Ltda). Para as operações nos moinhos de rolos e de facas, utilizaram-se 500 g de arroz na alimentação de cada um dos moinhos e, em seguida, cronometrou-se o tempo necessário para a moagem. Por fim, realizou-se a análise granulométrica diferencial (AGD) do material moído. A capacidade mássica dos moinhos também foi calculada.

Resultados e Discussão

O tempo total de moagem em moinho de facas foi de 1 h e 13 min e a fragmentação em moinho de rolos demorou 1 min e 22 s. A capacidade mássica do moinho de rolos e de facas, nesta operação, foi 0,022 e 0,000408 t/h.

A Tabela 1 apresenta os valores de Diâmetro Médio de Sauter (\bar{D}_{pS}), Mássico (\bar{D}_{pM}) e Volumar (\bar{D}_{pV}) inicial e após a moagem do arroz em moinho de rolos e facas.

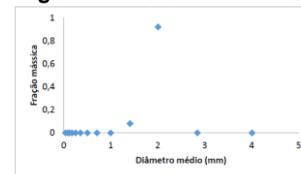
Tabela 1. Granulometrias do arroz antes e após a moagem.

Diâmetros (mm)	Inicial	Rolos	Facas
(\bar{D}_{pS})	1,94	1,08	0,46
(\bar{D}_{pM})	1,96	1,33	0,58
(\bar{D}_{pV})	1,91	0,65	0,18

Fonte: Autores.

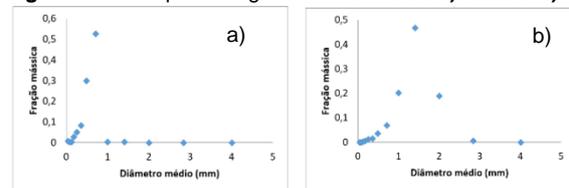
A Figura 1 apresenta os resultados da AGD inicial do arroz. A Figura 2 apresenta a AGD após moagem em moinho de facas e moinho de rolos, respectivamente.

Figura 1. AGD inicial do arroz.



Fonte: Autores

Figura 2. AGD após moagem em moinho de a) facas e b) rolos.



Fonte: Autores

Verifica-se, pela Tabela 1 e pelas Figuras 1 e 2, que a granulometria do arroz diminuiu significativamente após a operação de moagem, destacando que o grau de redução do tamanho de partículas foi maior na operação em moinho de facas. A maior fração mássica obtida no moinho de rolos foi de um diâmetro médio 1,41 mm (46,9%), enquanto que no de facas a maior fração apresentou um diâmetro médio de 0,71 mm (52,7%).

Conclusões

Observou-se que o moinho de rolos apresentou uma eficiência menor que o moinho de facas, em relação à diminuição do tamanho das partículas. Porém, o tempo de operação do moinho de rolos foi menor. Esse resultado pode ser associado ao fato de que o moinho de rolos tem como princípio operacional a compressão, enquanto que no moinho de facas o mecanismo de fragmentação é o impacto. Assim, uma opção de processo de moagem seria utilizar primeiramente o moinho de rolos, seguido pelo moinho de facas.

Referências Bibliográficas

- [1] RICHARDSON, J.F.; HARKER, J.H.; BACKHURST, J.R.. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering*. Woburn: Butterworth Heinemann, 2002.
- [2] OLIVEIRA, G.A.R.N. *Critérios de projeto para moinhos de cimento Portland*. Rio de Janeiro, 2012.



EXTRAÇÃO DA CAFEÍNA DO CHÁ MATE ATRAVÉS DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

Larissa de Oliveira Liberalesso*¹, Caroline Camargo Dahmer¹, Andressa Tainá Maboni¹, Gabriele Dornelles Ávila¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: lariliberalesso@hotmail.com

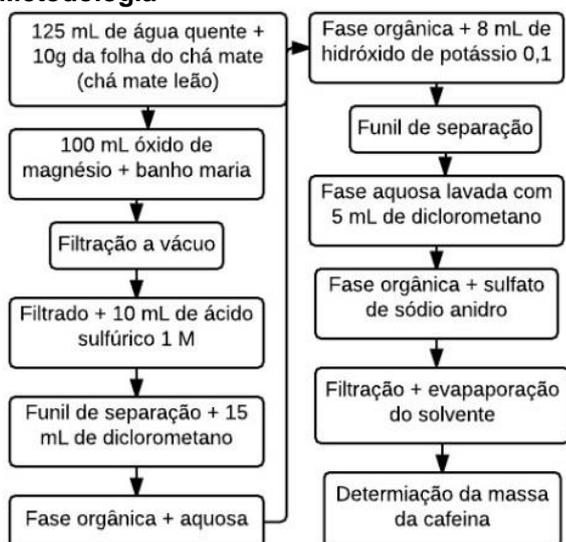
Palavras chave: cafeína, extração, extração líquido-líquido.

Introdução

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina), com fórmula molecular $C_8H_{10}N_4O_2$, é um estimulante do sistema nervoso central e diurético, que pertence a uma classe de compostos de ocorrência natural chamada xantina [1]. Ela é uma base fraca, solúvel em água, mas principalmente em água quente.

A cafeína pode ser extraída de várias fontes diferentes, como exemplo chá mate, café, chá preto, entre outros. Porém a extração mais utilizada na literatura é a extração de cafeína no chá mate, a qual foi utilizada neste experimento pelo método líquido-líquido. Esse consiste na afinidade da forma lipofílica do analito por um solvente orgânico, em outras palavras, a diferença de solubilidade. Neste experimento será extraída a cafeína das folhas do chá mate, e o solvente orgânico utilizado é o diclorometano, que é um solvente imiscível em água, comportamento contrário à cafeína [2].

Metodologia



A metodologia utilizada nesse experimento foi baseada na literatura [1].

Resultados e Discussão

Ao tentar isolar a cafeína das folhas do chá mate, há alguns compostos naturais que são ligados a mesma. Sendo assim um grande problema de se obter a extração [3].

Foi utilizado 10,07 gramas de folhas do chá mate, para descobrir o teor de cafeína. Porém nas folhas há a presença dos taninos, que são solúveis em água. Ao quebrar essa ligação deve se utilizar uma base, no caso o óxido de magnésio. Os taninos formam sais insolúveis e precipitam na solução, facilitando a separação da cafeína na filtração [1]. No béquer contendo a fase orgânica foi adicionada a solução de hidróxido de potássio, que serve para retirar a coloração amarelada do extrato orgânico, uma vez que a cafeína pura apresenta uma cor esbranquiçada. Desse modo utilizou o funil de separação, para separar a fase orgânica da aquosa. Para a remoção de água da mistura de líquidos orgânicos, foi utilizado sulfato de sódio anidro como agente secante. Já dessecado, foi colocado no erlenmeyer para saber a massa da cafeína extraída, a qual se obteve de 0,0311 g, que corresponde a 0,309% da massa de chá empregada neste trabalho. De acordo com a literatura [4], a extração da cafeína em relação ao chá mate, há uma variação de 0,2% a 0,4%.

Conclusões

Pode-se obter o teor de cafeína presente no chá mate. Com uma massa de 10,07 g de folhas de chá, obteve-se 0,0311 g de cafeína, e a partir disso se pode descobrir o teor de cafeína presente nas folhas de chá que corresponde a 0,309%. Este valor obtido se encontra dentro da média, conforme está apresentada na literatura.

Referências Bibliográficas

- [1] Brenelli, E.C.S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes - uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. *Quim. Nova*, Vol. 26, No. 1, 136-138, 2003.
- [2] Vogel, A. I. *A Textbook of Practical Organic Chemistry*; 3a ed; Longmann; Londres; 1978. Gonçalves, D.; Almeida, R. R. *Química Orgânica e Experimental*; McGraw-Hill;
- [3] Vogel, A. I. *Análise Orgânica*; Ao Livro Técnico S.A.; 3a ed.; Vol. 1, 2, 3; 1984. 1988.
- [4] Mitchell, R. H.; Scott, W. A.; West, P. R.; J. The extraction of caffeine from tea. *Chemical Education*. No. 1, 51- 69, 1974.



EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA SEMENTE DO AMENDOIM

Jéssica M. Kumm^{1*}, Paula F. Weber¹, Caroline da R. Pereira¹, Nadine A. Löblein¹, Isaac dos S. Nunes

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo
jessicakumm@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: extração sólido-líquido; óleo; amendoim.

Introdução

Extração é um método de separação de compostos em uma mistura, que consiste na obtenção de uma amostra com as substâncias de interesse. A extração sólido-líquido utiliza um solvente conveniente, entre os solventes orgânicos mais utilizados está o hexano. Na extração de sólidos por um solvente, utiliza-se o Soxhlet [1]. A principal vantagem do uso desse equipamento é a amostra estar sempre em contato com o solvente, ocorrendo sua renovação de forma constante [2]. A semente de amendoim têm teores de óleo entre 44 a 56 % [3].

O objetivo deste trabalho foi realizar a extração (sólido-líquido) do óleo da semente de amendoim, com um extrator Soxhlet.

Metodologia

Pesou-se 13,85 g de amendoim macerado e inseriu-se a amostra em um cartucho de papel filtro. Pesou-se um balão volumétrico de fundo chato e adicionou-se 150 mL de Hexano. Montou-se o sistema de extração Soxhlet, o qual permaneceu ligado por cerca de 1 hora (27 ciclos). Realizou-se a destilação da amostra obtida no rotaevaporador, separando-se assim o solvente e o óleo. Aqueceu-se o restante da amostra em uma chapa de aquecimento, para eliminar o máximo teor de solvente. Por fim, pesou-se novamente o balão e calculou-se o percentual de óleo extraído em relação a massa de sólidos usada na extração.

Resultados e Discussão

Realizou-se a pesagem da amostra de amendoim, resultando em 5,9293 g. Segundo o fabricante do amendoim, a cada 15 g o teor de gorduras totais corresponde a 7,2 g, como pode-se notar na tabela 1. A partir desses resultados, é possível calcular o rendimento de óleo do amendoim, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 1. Massa de amendoim em relação ao teor gorduras totais

	Massa de amendoim (g)	Teor gorduras totais (g)
Embalagem	15	7,2
Amostra	13,85	6,65

Fonte: Os autores

Tabela 2. Rendimentos obtidos pelas amostras de óleo.

Teor	Amostra de óleo (g)	Rendimento (%)
Previsto	6,65	100
Obtido	5,9293	89,23

Fonte: os autores

Os resultados obtidos são inferiores aos listados no rótulo da amostra, apresentando apenas 89,23% do valor indicado para as gorduras totais. Essa variação pode ocorrer por conta do cultivo, locais com condições climáticas distintas que podem interferir na formação da semente, e na perda das suas propriedades. De acordo com os resultados, a fração de óleo corresponde a 42,80% da amostra total, que se mantém muito próxima de outros autores que realizaram esta técnica, (entre 44% e 56%) [2].

Conclusões

Na extração, obteve-se 42,80% do total de óleo teórico presente na amostra da semente de amendoim. Este resultado pode ser devido às condições de plantio, processamento e armazenamento das sementes.

Referências Bibliográficas

- [1] Queiroz, Sonia C. N., Collins, Carol H. e Jardim, Isabel C. S. F. Métodos de extração e/ou concentração de compostos encontrados em fluidos biológicos para posterior determinação cromatográfica, Quim. Nova, Vol. 24, 25 out 2000
- [2] Rosseto, Ricielly Rosseto, Ferreira, Reginaldo, Bassegio, Douglas, Secco, Deonir, Souza, Samuel, Chaves, Luiz Inácio and Fornasari, Carlos Henrique, Otimização da extração de óleo por solventes e secagem em espécies vegetais com potencial energético, Acta Iguazu, Cascavel, v.1, n.1, p. 69-77, 2012.
- [3] Santos, Roseane C., Freire, Rosa Maria M., Lima, Liziane M., Zagonel, Giuliano F., Costa, Bill J., Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico, Rev. Ciênc. Agron. vol.43 no.1 Fortaleza Jan./Mar. 2012.
- [4] VOGEL. A. I. Química Orgânica - Análise Orgânica Qualitativa. vol. 3. 3 ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1971 - 1988.



MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO DE LEITO DE JORRO PARA SECAGEM DE ARROZ

Crisleine P. Draszewski¹, Emanuele S. Silva¹, Francisco D. Vezaro¹, Juliane. F. Bueno¹, Lauri. V. Krebs Júnior^{1*}, Isaac S. Nunes²

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

²Professor orientador. Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: laurivkjuni@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: leito de jorro; fluidização; secagem; arroz.

Introdução

Os leitos fluidizados são caracterizados, basicamente, por apresentar partículas suspensas e distanciadas entre si quando submetidas ao escoamento da fase fluida, sem, contudo, sofrerem arraste [1].

Além de serem empregados em meios reacionais podem ser utilizados em meios físicos, como na secagem de partículas [1]. Que é a eliminação do líquido existente em um material sólido com o objetivo de reduzir a umidade residual [2]. Essa secagem ocorre através do fluido injetado no sistema, provocando o movimento ascendente das partículas, originando uma cavidade central com porosidade maior do que aquela encontrada na situação de leito, até acarretar a formação de uma fonte de partículas, que, por sua vez, proporcionará o retorno dessas partículas para a região inicial, estabelecendo um movimento cíclico [1].

O objetivo do trabalho foi construir um leito de jorro com materiais simples para realizar-se a secagem de grãos.

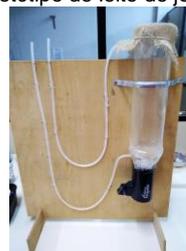
Metodologia

Para a construção do protótipo foi utilizado um tubo de acrílico com 33,8 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro externo, na parte inferior foi acoplado um cone confeccionado em garrafa pet, tendo um orifício de acesso do fluido ao leito de 6,6 cm de diâmetro. Duas mangueiras transparentes completadas com água, foram utilizadas como manômetro. O fluido foi adicionado ao leito através de um pequeno ventilador na carcaça de um secador. Para evitar a centrifugação das partículas adicionaram-se também aletas construídas em isopor. O sistema desenvolvido pode ser observado na Figura 1.

Com o intuito de aumentar a potência do ventilador ligou-se este a uma fonte de alimentação CC/AC. Utilizou-se o protótipo para secar 148,99 g de arroz integral com aproximadamente 2,05% de umidade. Com um tempo de passagem de fluido de 1 h. E com uma velocidade do ar de aproximadamente 4,6 m/s da parte superior do leito de jorro. A temperatura do ambiente estava em 22° C e a

umidade relativa do ar era de 68%.

Figura 1: Protótipo de leito de jorro.



Fonte: os autores.

Resultados e Discussão

As sementes de arroz integral que foram introduzidas no sistema para acompanhamento do desempenho do leito na secagem apresentaram massa de 146,36 g ao término do processo. Comparando-se com a massa anterior ao acionamento do sistema observa-se a diminuição de 2,63 g de massa. Considerando-se a umidade inicial de 2,05% nota-se um decaimento de aproximadamente 88% da umidade. Devido ao fluido ter sido empregado na temperatura ambiente, a eficiência não foi máxima, restando ainda uma pequena quantidade de umidade no sólido. Este processo poderia ser otimizado aplicando-se o fluido a uma temperatura mais alta do que ambiente, ou mesmo utilizando-se ar seco. Alternativamente um tempo maior de permanência do sólido no sistema provavelmente também acarretaria melhor desempenho do processo.

Conclusões

O protótipo de fácil montagem mostrou-se eficiente para a secagem de grãos, reduzindo cerca de 88% da umidade.

Referências Bibliográficas

- [1]M. A. CREMASCO; Operações unitárias em sistemas particulados e fluidodinâmicos. Ed. Blucher, São Paulo, 2014.
- [2]E.G. Azevedo, A. M. Alves, Engenharia de processos de separação, 2.ed. Ed. Press, Portugal, 201



PROTÓTIPO DE COLETOR DE PÓ CICLONE COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO BUSCANDO UMA CONFIGURAÇÃO DO TIPO LAPPLE

Keli T. Sallet^{1*}, Cláudia L. Hahn¹, Júlia C. Diel¹, Gabriele K. Dupont¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: kelitsallet@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: protótipo; ciclone; lapple.

Introdução

Ciclones são equipamentos destinados à separação de particulados presentes em uma corrente gasosa, e geralmente apresentam uma construção cone-cilíndrica. Além disso, são classificados como separadores tipo centrífugo, devido a sua forma de entrada e a fluidodinâmica no seu interior. Na entrada do ciclone a mistura fluído-partículas adquire movimento em espiral (underflow). E na saída, a fase fluída ascende em movimento espiral (overflow) [1].

Tem-se por objetivo neste trabalho construir um protótipo de coletor de pó ciclone do tipo Lapple utilizando-se de materiais reciclados.

Metodologia

Primeiramente, realizaram-se os cálculos para verificar as dimensões necessárias para a construção do ciclone tipo Lapple. Em seguida montou-se o protótipo de acordo com a Figura 1, a seguir, utilizando-se como fonte promotora do escoamento gasoso, um aspirador de pó.

Figura 1. Protótipo de coletor de pó ciclone.



Fonte: os autores.

Resultados e Discussão

Inicialmente, empregou-se uma garrafa PET para a estrutura do ciclone. A partir do diâmetro do gargalo da mesma, que corresponde ao duto de saída do particulado (B), definiram-se as demais dimensões do protótipo, baseando-se nas razões da configuração de um ciclone do tipo Lapple, utilizando-se do diâmetro (D) de 7,6 cm, como indica a Tabela 1, a seguir. As dimensões B, S, h e H, características de um ciclone, estão representadas na Figura 2(a).

Tabela 1. Dimensões utilizadas na construção do ciclone.

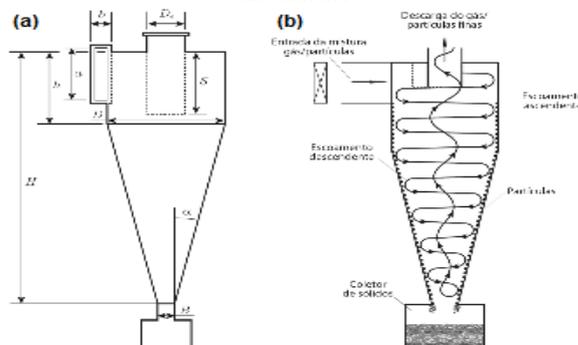
B	S	h	H
---	---	---	---

Dimensões (mm)	1,9	4,7	15,2	15,2
Ciclone	B/D	S/D	h/D	H/D
	0,2	0,6		
Lapple [1]	5	2	2,00	4,00

Fonte: os autores.

Verificou-se o funcionamento do coletor de pó e observou-se que a separação de partículas no interior do ciclone é efetuada por ação do campo centrífugo resultante da configuração do equipamento e do modo com que a suspensão o alimenta, como representado pela Figura 2 (b).

Figura 2. (a) Configurações do ciclone. (b) Escoamento em um ciclone.



Fonte: Cremasco (2014).

A partir dos testes realizados com areia, o ciclone funcionou conforme o esperado, onde fluído retornou ascendentemente e os particulados escoaram em espiral, descarregando-se no depósito.

Conclusões

Levando-se em consideração o objetivo proposto, pode-se verificar que o ciclone funcionou de maneira satisfatória. Tem-se como vantagens em escala industrial a utilização dos ciclones por serem de baixo custo e manutenção e facilidade de construção.

Referências Bibliográficas

[1] Cremasco, M. A. *Operações Unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos*. 2ªed. São Paulo: Blucher, 2014.



PROTÓTIPO DE PENEIRA ROTATÓRIA COM MATERIAS REUTILIZADOS

Ariele S. Pirola^{1*}, Bianca M. Marques¹, Luiz F. S. Silva¹, João V. R. Reis¹; Isaac S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*Autor correspondente: arieledspirola@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: peneiramento; peneira rotatória; separação de grãos;

Introdução

No peneiramento passa-se uma parte do material através de peneiras, pesando-se o material retido em cada peneira. Ao alimentar a primeira peneira, parte da amostra é retida e parte atravessa e se deposita na segunda retendo material remanescente da primeira peneira e assim por diante [1]. Se todas as partículas da amostra forem esferas perfeitas, a classificação por granulometria é simples, pois as aberturas das malhas das peneiras correspondem ao diâmetro mínimo dos grãos retidos e o diâmetro máximo dos grãos que passam por ela [2]. A partir destes conceitos, construiu-se uma peneira rotatória com materiais reutilizados para a separação de grãos com diferentes estruturas e diâmetros.

Metodologia

Determinou-se o diâmetro dos grãos (grão de bico, feijão e sagu) com um paquímetro e a frequência das partículas retidas em cada diâmetro através da equação:

$$xi = \frac{\text{massa retida na peneira } i}{\text{massa total empregada no ensaio}}$$

Produziu-se o protótipo com 3 canos de PVC com diâmetros de 75, 100 e 150 mm, adaptados como peneira, os furos foram feitos com uma furadeira e brocas apropriadas para a passagem dos grãos de modo em que a maior parte do grão de bico ficasse retido na peneira central, o feijão na segunda e o sagu no fundo. Assim, fixou-se os canos um dentro do outro e alimentou-se com os grãos misturados no centro. Utilizou-se uma manivela acoplada em um eixo para mover os canos produzindo um giro que faz a separação.

Resultados e Discussão

Os diâmetros médios e grãos retidos estão apresentados na Tabela 1. Na Tabela 2, são dadas as massas e as frequências retidas, onde a frequência desejada é dada pela massa inicial dos grãos, a frequência obtida pela massa retida nas peneiras após o peneiramento e a massa total é a soma das massas iniciais.

Tabela 1. Grãos retidos para cada diâmetro de peneira.

Diâmetro da peneira (mm)	Grãos retidos
10	Grão de bico
5	Feijão preto
Fundo	Sagu

Fonte: os autores.

Tabela 2. Dados obtidos do peneiramento dos grãos.

Grão	m _{inicial} (g)	M _{final} (g)	xi desejada (%)	xi obtida (%)
G. de bico	80,21	87,03	36,41	39,51
Feijão	70,07	64,76	31,81	29,40
Sagu	70,01	67,93	31,78	30,84

Fonte: os autores.

A Figura 1 exibe os resultados obtidos do protótipo. Onde a) é o retido na primeira peneira, b) o da segunda, c) o da terceira e d) o protótipo com a mistura de grãos antes do peneiramento.

Figura 1. Resultados do experimento e protótipo



Fonte: os autores.

Comparando-se a Tabela 2 e a Figura 1, percebe-se que a eficiência do resultado obtido depende principalmente da geometria dos grãos, visando que o feijão tem uma esfericidade menor, nota-se que à resquício do mesmo em todas as peneiras, alterando as massas finais. Além disso, mesmo os grãos mais esféricos tinham diferenças de tamanhos também interferindo nos resultados.

Conclusões

Conclui-se que o método não é efetivo a todas as geometrias, obtendo uma melhor frequência em partículas esféricas (sagu e grão de bico). Logo, a diferença entre os diâmetros também é considerável, pois quanto maior a diferença entre eles melhor sua separação. Porém, o protótipo apresentou ser de fácil construção e operação, baixo custo fornecendo uma separação eficaz.

Referências Bibliográficas

- [1] CREMASCO, M. A. Operações unitárias em sistemas particulados e fluidodinâmicos. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- [2] ARAÚJO, G. S. Estudos de parâmetros texturais das areias para argamassas de revestimento através da análise de imagens. Dissertação de Mestrado. Vitória: Univ. Fed. do Esp. Sto., Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, 2001.



TRANSPORTADOR DE SÓLIDOS HELICOIDAL EM ESCALA LABORATORIAL

Bruna L. Weschenfelder*¹, Jéssica A. da S. Krüger¹, Paula G. D. Porta¹, Rogerio Lodi¹, Tiago M. Heirich¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

*brunalweschenfelder@aluno.santoagnelo.uri.br

Palavras chave: Arrastador; Helicoide; Sólidos; Transportador.

Introdução

O transportador helicoidal é um equipamento bem simples e muito utilizado para fazer a movimentação de materiais granulares e farelos. É um dos transportadores mais antigos e pode ser adaptado para pequenas e médias distâncias. O transporte é realizado quando se coloca o material em uma abertura de recebimento (alimentador), e é deslocado ao longo do helicoide a partir de um movimento de rotação. Também pode ser utilizado para misturar diferentes materiais durante o transporte [1]. O transportador helicoidal possui a vantagem de poder ser aberto ou fechado; de trabalhar em qualquer inclinação; de poder ser carregado e descarregado em diversos pontos; e por ocupar pouco espaço e não precisar de espaço para retorno [2]. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi construir com materiais caseiros um transportador helicoidal em escala laboratorial.

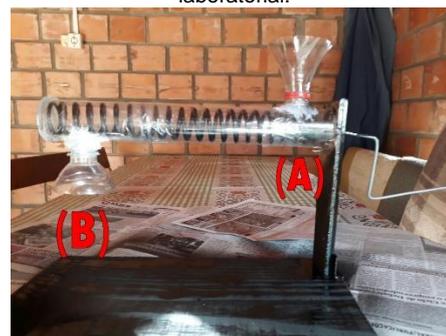
Metodologia

A partir de materiais encontrados em casa, construiu-se um transportador de sólidos helicoidal em escala de bancada. Uma mola foi utilizada como eixo helicoide e após lixada e pintada, foi adaptada em canos PVC formando a calha do transportador. Foram adaptados também uma entrada (A) e uma saída (B) do transportador. A movimentação do helicoide é feita a partir de uma manivela externa.

Resultados e Discussão.

Para um dimensionamento correto de um transportador helicoidal, deve-se levar em conta o número de rotações da helicoide, o consumo de energia, além da natureza do material a ser transportado, pois assim pode-se determinar o diâmetro necessário para a construção da helicoide. Dessa forma, com o objetivo de transportar apenas grãos pequenos como feijão, milho, etc., usou-se um diâmetro de 4 cm no transportador, e para evitar maiores custos, adaptou-se uma manivela com uma barra de ferro para realizar as rotações. A canaleta em que o helicoide está alojado tem 21 cm de comprimento. O transportador é alimentado com sólidos pelo ponto A e descarregado pelo ponto B, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Transportador de sólidos helicoidal em escala laboratorial.



Fonte: os autores.

Em teste realizado com feijão, os resultados foram satisfatórios, sendo que a massa média transportada por minuto foi de 22,847 g.

Conclusões

Considerando que a capacidade do transportador é em função do diâmetro e da velocidade periférica do helicoide, o transportador demorou um pouco para levar o sólido do ponto A ao B e alguns grãos ficaram presos no helicoide, porém, grande parte do sólido alimentado foi descarregado, ficando apenas uma pequena porcentagem acumulada nas extremidades, devido à um erro de inclinação não esperado, que pode ser oriundo do funcionamento do transportador ou do peso da mola utilizada.

Referências Bibliográficas

[1] Giudice, P.M.del; Hara, T; Pinheiro Filho, J.B.; Coelho, D.T.; Azevedo, J.M.P. *Manuseio, secagem e armazenamento de café*. Viçosa, MG. UFV, 1972.

[2] Gomide, R. *Operações com Sistemas Sólidos Granulares*. Reynaldo Gomide, 1ª ed., 1983.



UTILIZAÇÃO DA DESTILAÇÃO FRACIONADA PARA SEPARAÇÃO DE MISTURA DE ÁGUA E ACETONA

Jéssica A. da S. Krüger^{1*}, Fabiana R. Kinsel¹, Débora C. Preto¹, Cristiane Lautharte¹, Isaac dos S. Nunes¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: jessicaakruger@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: destilação fracionada; acetona; separação; misturas.

Introdução

A destilação fracionada serve para realizar a separação de uma mistura de produtos, utilizando a propriedade física ponto de ebulição e requer um conhecimento da relação entre os pontos de ebulição ou pressões de vapor, das substâncias e de sua composição na mistura [1]. A destilação fracionada é muito comum em refinarias de petróleo, para extrair compostos, como o asfalto, gasolina, gás de cozinha, entre outros. Nessas separações são empregadas colunas de aço de grande diâmetro compostas de pratos [2]. No aparelho de destilação fracionada existe uma coluna de fracionamento que cria várias regiões de equilíbrio líquido-vapor, enriquecendo a fração do componente mais volátil da mistura de vapor. Ao longo da coluna, a fase de vapor vai se enriquecendo com os compostos mais voláteis, enquanto a fase líquida fica com maior concentração dos compostos com maior ponto de ebulição [3]. Este trabalho teve como objetivo observar a destilação fracionada de uma mistura de água e acetona, empregando diferentes composições de misturas.

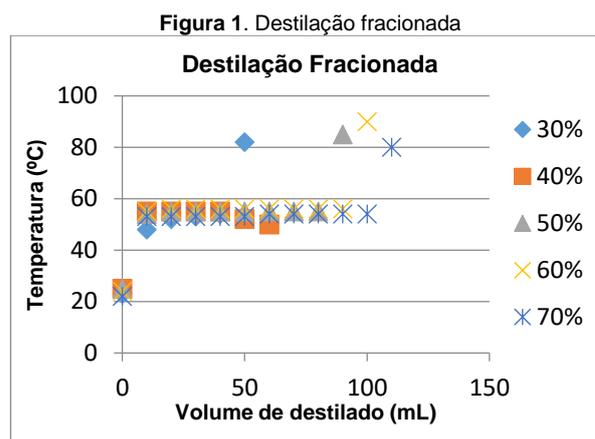
Metodologia

Prepararam-se 170 mL de soluções com concentrações de acetona de 30, 40, 50, 60, 70% em balões de fundo redondo que foram colocados em mantas de aquecimento. Colocou-se nos balões algumas pérolas de vidro para controle da ebulição. Montou-se o aparelho de destilação, ligou-se a entrada de água de resfriamento do condensador. As temperaturas dos vapores recebidos na entrada do condensador foram medidas, em um termômetro, a cada 10 mL de destilado coletados.

Resultados e Discussão

Na destilação fracionada foi utilizada a coluna de fracionamento que possui recortes em forma de dentes com uma ligeira inclinação, que tem como objetivo aumentar a resistência de passagem de vapor, facilitando a condensação do líquido de maior ponto de ebulição, encaminhando-o novamente ao balão, o que ajuda no processo de enriquecimento do vapor no componente mais volátil. Foram realizados cinco experimentos com diferentes concentrações de acetona, a fim de

avaliar a eficiência na destilação. A Figura 1 apresenta os perfis de variação da temperatura em função do volume de condensado coletado.



Fonte: os autores.

Observando as informações contidas na Figura 1, pode-se verificar que a temperatura de ebulição permanece constante em 55° C durante a destilação até serem esgotados, para as misturas com diferentes concentrações, os volumes de acetona. Este valor de temperatura de vapor na entrada de condensador está muito próximo ao valor da temperatura de ebulição da acetona, que de acordo com a literatura [3] é de 56° C.

Os pontos observados na Figura 1 com temperatura acima de 55° C, são para os casos onde todo o volume de acetona adicionado já havia sido destilado, sendo assim, correspondem a temperaturas de vapor de água.

Conclusões

A destilação fracionada apresenta uma boa separação, uma vez que a temperatura dos vapores fica constante em valor próximo à temperatura de ebulição do componente mais volátil, indicando que o menos volátil fica, preferencialmente, no fundo da coluna.

Referências Bibliográficas

- [1] T.W.G. Solomons. Química Orgânica. Rio de Janeiro, 2012, p.80-82.
- [2] N.L. Allinger. Química Orgânica. Rio de Janeiro, 2011, p. 124-175.
- [3] A. I. Vogel. Química Orgânica. Editora da Universidade de São Paulo. 1971.



UTILIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE GORDURAS EM ALIMENTOS

Gabriele K. Dupont¹, Isaac dos S. Nunes¹, Julia C. Diel¹, Kamilla Osório¹, Mirela A. Reis^{1*}, Paula G. Dalla Porta¹

¹Dep. Engenharias e Ciência da Computação – Curso de Engenharia Química – URI Santo Ângelo

* Autor correspondente: mirelaareis@aluno.santoangelo.uri.br

Palavras chave: extração; óleo; soja; salgadinho.

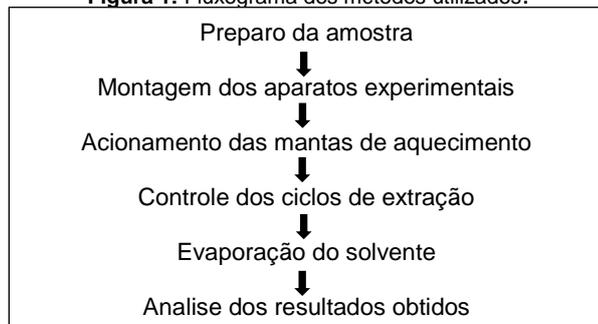
Introdução

A extração é uma técnica de separação que utiliza as diferenças na capacidade dos solutos de se distribuírem entre duas fases insolúveis[1]. Portanto, a extração do tipo sólido-líquido é um método pelo qual é possível obter óleos a partir de diversas fontes, em escala laboratorial, utilizando-se o conjunto extrator de Soxhlet, operando na forma de ciclos. Assim possibilitando a obtenção de um extrato. Sementes oleaginosas como a soja, e alimentos industrializados de milho, em contato com o solvente hexano, também permitem a extração de seu óleo a partir deste método. Em ambos os casos, a extração é seguida de outras técnicas para completar a obtenção do extrato final purificado e por fim, calcula-se o rendimento alcançado.

Metodologia

Para a realização do experimento seguiu-se o roteiro apresentado pelo fluxograma da Figura 1 onde utilizou-se, alimento de milho industrializado, “salgadinho”, e grão de soja, separando-se respectivamente 16,23 g e 28,9 g e acondicionou-se cada massa em um cartucho de papel filtro. Adicionou-se 167 mL de hexano a dois balões de fundo redondo, montou-se o extrator e durante 1 h de refluxo, cuidou-se os ciclos de contato. Após, o solvente foi evaporado em chapa de aquecimento até a obtenção do óleo.

Figura 1: Fluxograma dos métodos utilizados.



Fonte: Os autores

Resultados e Discussão

Partindo das informações contidas na embalagem do salgadinho, constatou-se que a massa de gorduras totais é 3,7 g em uma porção de 25 g.

Assim sendo, estabeleceu-se uma relação com a massa utilizada, encontrando 2,6 g como massa teórica de óleo da porção utilizada. Realizou-se processo com o grão de soja com as mesmas diretrizes e uma massa de 28,9 g sabendo-se a partir de [2], que o percentual de óleo da semente é de 18%, o que corresponde a, teoricamente, 5,2 g de óleo no grão utilizado. Após a extração, o hexano foi evaporado e os valores encontram-se listados na tabela 1 que segue.

Tabela 1. Dados obtidos com a extração sólido-líquido

	Massa Inicial (g)	Ciclos	Massa Obtida (g)	Rend.
Salgadinho	16,23	36	1,8	70%
Soja	28,9	22	0,62	12%

Fonte: Os autores.

Assim sendo, alcançou-se parcialmente os objetivos propostos e ainda notou-se a influência que o número de ciclos tem na extração e também a diferença que o tempo de armazenamento ocasiona. Uma vez que a soja quando armazenada por longos períodos, como a utilizada, perde quantidade considerável de seu óleo e o salgadinho por ser novo e aberto para o procedimento experimental, não terá essa perda. Consideram-se ainda erros experimentais que podem ter ocasionado perdas.

Conclusões

Logo, em vista do que foi apresentado, no que se refere a quantidade de óleo da soja e do alimento de milho industrializado, nota-se que o rendimento está diretamente relacionado ao número de ciclos realizados no extrator. Pois adquiriu-se com o processo que teve 36 ciclos uma massa próxima a esperada, ocasionando um rendimento de cerca de 70%, considerado bastante elevado; e com o procedimento em que alcançou-se 22 ciclos obteve-se rendimento de aproximadamente 12%, que considera-se um baixo rendimento, ainda mais quando em comparação ao anteriormente citado.

Referências Bibliográficas

[1] HAGE, David S.; CARR, James D.. Química Analítica e Análise Quantitativa. P 479. Editora Pearson Education do Brasil Ltda, 2012.

[2] RIBEIRO, K. O. Caracterização de Germoplasma de soja quanto aos teores de proteína, óleo e ácidos graxos. 2011. 153f. Dissertação (Doutorado em Agronomia na área de genética e melhoramento de plantas) – Univ. Fed. de Goiás, Goiás, 2011.



I Mostra de Trabalhos de *Engenharia Química*



TRABALHOS PREMIADOS

PLENÁRIA

1º lugar: APROVEITAMENTO DO RESÍDUO SÓLIDO PÓ DE EXAUSTÃO NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS

Tatiéli. P. Anibele, Antônio. V. dos Santos

PÔSTERES

1º lugar: PROTÓTIPO DE PENEIRA ROTATÓRIA COM MATERIAS REUTILIZADOS

Ariele S. Pirola, Bianca M. Marques, Luiz F. S. Silva, João V. R. Reis, Isaac S. Nunes

2º lugar: TRANSPORTADOR DE SÓLIDOS HELICOIDAL EM ESCALA LABORATORIAL

Bruna L. Weschenfelder, Jéssica A. da S. Krüger, Paula G. D. Porta, Rogerio Lodi, Tiago M. Heirich, Isaac dos S. Nunes

3º lugar: AVALIAÇÃO DA CORROSÃO DE LIGAS METÁLICAS

Suelly R. Hollas, Bruna T. K. Tusset, Caroline Engelmann, Danieli E. Becker, Isaac dos S. Nunes