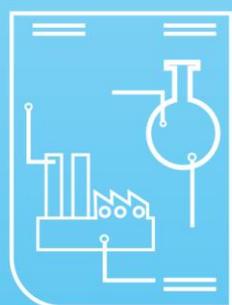




MOSTRA DE TRABALHOS DE ENGENHARIA QUÍMICA



V
Mostra
de Trabalhos
de Engenharia
Química



URI
SANTO ÂNGELO

ISAAC DOS SANTOS NUNES

(Organizador)

Anais da
V Mostra de Trabalhos de Engenharia Química
V MTEQ

Santo Ângelo – RS
EdiURI
2021



Catlogação na Fonte:

M916a Mostra de Trabalhos de Engenharia Química (2021 : Santo Ângelo, RS)

Anais da V Mostra de Trabalhos de Engenharia Química:
V MTEQ / organização: Isaac dos Santos Nunes. – Santo Ângelo : EdiURI , 2021.

46 p. ; il

ISBN 978-65-87121-10-9

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

CDU: 66.0:061.3

Responsável pela catalogação: Fernanda Ribeiro Paz CRB 10/ 1720



UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES – URI

Reitor: Arnaldo Nogaro

Pró-Reitora de Ensino: Edite Maria Sudbrack

Pró-Reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação: Neusa Maria John Scheid

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 V MOSTRA DE TRABALHOS DE ENGENHARIA QUÍMICA – V MTEQ



ORGANIZAÇÃO

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

FORMATAÇÃO

Emanoëlle Maurer, Secretária, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil

COMITÊ CIENTÍFICO

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

Emitério da Rosa Neto, Doutor, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Enrique Chaves Peres, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Fabrizio Ferrarini, Mestre, Instituto Federal Farroupilha, RS, Brasil;

Gabriel Porto Quadros, Mestre, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil;

Gabrieli Kuhn Dupont, Mestra, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil;

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

Júlia Cristina Diel, Eng. Química, Mestre, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil;

Juliane Fronchetti de Moura, Mestre, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, RS, Brasil;

Nataly Leidens, Mestra, 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;



SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO E VIOLETA CRISTAL UTILIZANDO ADSORVENTE PREPARADO A PARTIR DE ARGILA BENTONITA | 7 |
| AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE VINHO ARTESANAL UTILIZANDO LEVEDURA SELVAGEM E COMERCIAL (<i>SACCHAROMYCES CEREVISAE</i>) | 14 |
| CARACTERIZAÇÃO DE GRÃOS DE MILHO DE PIPOCA (<i>ZEA MAYS EVERTA</i>) UTILIZANDO O <i>SOFTWARE</i> IMAGEJ | 20 |
| ELABORAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE BANANA PARA INCORPORAÇÃO EM BISCOITOS | 24 |
| EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS AMÊNDOAS DE <i>BUTIA SPP.</i> | 30 |
| PRÉ-PROJETO DE UMA INDÚSTRIA DE VINHO MOSCATEL ESPUMANTE | 34 |
| PROJETOS DA INDÚSTRIA QUÍMICA: INDÚSTRIA DO WHISKY LUCY'S GOLD | 38 |
| PROJETO DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL 70% A PARTIR DO MILHO | 42 |



ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO E VIOLETA CRISTAL UTILIZANDO ADSORVENTE PREPARADO A PARTIR DE ARGILA BENTONITA

Guilherme F. Spohr^{1*}, Isaac dos Santos Nunes¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química

*email: guilhermefspohr@aluno.santoangelo.uri.br

Área do Trabalho: Tratamento de água, resíduos e efluentes.

RESUMO

O aumento da utilização de corantes no meio industrial, acaba por gerar grandes volumes de águas residuais com poluentes, que apresentam risco ao equilíbrio ambiental quando liberadas no ambiente sem o devido tratamento. Conseqüentemente, estudam-se métodos para o tratamento das águas poluídas, sendo o processo de adsorção um dos que mais se destaca. Nesse trabalho, implementou-se a adsorção utilizando argila bentonita em uma matriz de gelatina (AG). O adsorvente foi testado em corantes em meio aquoso, sendo eles o azul de metileno (AM) e violeta cristal (VC). Realizou-se ensaios de adsorção para encontrar a melhor dosagem de adsorvente e pH, utilizando o equipamento espectrofotômetro UV-vis para fazer as leituras de absorbância. Dessa forma, para a dosagem chegou-se ao valor de 0,04 g de adsorvente (em 20 mL) e para o pH considerou-se o valor padrão das soluções igual a 8,5 e 2,8 para o azul de metileno e violeta cristal, respectivamente. Para o adsorvente AG o tempo de equilíbrio para o AM foi atingido em 60 min e para o VC em 75 min, obtendo-se capacidade adsortiva de 17,64 mg g⁻¹ e remoção de 69,3% do AM. Para o VC a capacidade adsortiva foi de 25,63 mg g⁻¹ e 85,5% de remoção. Dentre os modelos estudados para representar a cinética de adsorção com o adsorvente AG, o modelo de pseudo-primeira ordem foi o mais adequado para o AM e o modelo de Elovich foi o mais adequado para o VC. Em relação aos testes de isoterma, para o AM o melhor ajuste foi encontrado com o modelo de Sips e para o VC o modelo de Freundlich. Observou-se que a matriz de gelatina desenvolvida para suportar a argila bentonita melhorou a leitura dos resultados e atingiu parâmetros de adsorção satisfatórios.

Palavras-chave: *Argila Bentonita; Gelatina; Adsorção; Azul de metileno; Violeta cristal.*

1. INTRODUÇÃO

A adsorção é uma técnica que pode ser utilizada no tratamento de efluentes líquidos ou gasosos onde um poluente (adsorbato) é transferido do fluido para a superfície do material sólido (adsorvente) (RICHARDSON, *et al.*, 2001). A adsorção como alternativa de tratamento de águas poluídas por corantes se dá em virtude de as técnicas físico-químicas empregadas no tratamento convencional da água não conseguirem eliminar este tipo de contaminante que, pode alterar o metabolismo de espécies aquáticas e diminuir a incidência de radiação solar. Em segundo lugar, cabe ressaltar que este tipo de contaminante é de fácil determinação analítica, não requerendo técnicas complexas para sua quantificação, o que faz com que a espectrofotometria de UV-vis apresente bons resultados, sendo uma técnica de baixo custo e fácil análise (COELHO *et al.*, 2014).



Os poluentes removidos por esta técnica podem ser os mais variados possíveis, assim como também o adsorvente a ser empregado. De modo geral, os adsorventes que dominam o mercado na indústria de adsorção são o carvão ativado, sílica gel, zeólita e alumina ativada (RICHARDSON, *et al.*, 2001). Entretanto estes adsorventes são de elevado custo para aquisição e regeneração, o que implica em baixa viabilidade financeira (YANG, 2003).

Diante disso, são estudadas as possibilidades da utilização de novos materiais como no caso da argila bentonita, a qual é uma biomassa encontrada no meio ambiente, além disso, apresentando variações em sua estrutura podendo ser carregado com os cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e/ou Na^+ (AMORIM *et al.*, 2006).

Com o intuito de desenvolver novos adsorventes preparados a partir de argila bentonita é visto que a combinação entre quitosana e partículas de uma biomassa pode resultar em um material com elevada capacidade de adsorção (BUSE *et al.*, 2019).

Perante ao exposto, o objetivo principal deste trabalho é utilizar o adsorvente preparado a partir da argila bentonita inserida em uma matriz de gelatina comercial para a remoção dos corantes azul de metileno e violeta cristal em solução aquosa, baseando-se na metodologia apresentada por Hayeeye *et al.* (2017).

2. MATERIAL E MÉTODO

Com base na metodologia apresentada por Hayeeye *et al.* (2017), dissolveu-se uma amostra de gelatina comercial em água destilada em concentração de 30% (massa). Para o preparo do adsorvente misturou-se 5 g de argila bentonita (previamente seca peneirada no tamanho de 200-270 mesh) em 90 g da solução de gelatina, sendo submetidas a agitação por 30 min, em uma temperatura que a solução permaneça líquida. Após, gotejou-se a suspensão em água fria para ocorrer a gelificação. Colocou-se as esferas obtidas em solução de glutaraldeído (1%) por 24 h, para reticulação, e após foram secas em estufa a 60 °C durante 6 horas para serem guardadas até o uso, nomeou-se o adsorvente preparado como AG.

A partir da obtenção do adsorvente AG, realizou-se ensaios de adsorção para identificar a influência da dosagem de adsorvente e pH da solução. Para os testes de dosagens testou-se massas de 0,02; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 e 0,2 g de esferas AG em soluções dos corantes azul de metileno (AM) e violeta cristal (VC) ambas de concentração 50 mg L⁻¹. Em relação a avaliação, medindo-se a concentração do corante (absorbância com UV-vis) após 2 h de contato sob agitação. Obteve-se o melhor resultado de dosagem a partir do cruzamento dos valores de capacidade adsortiva (q) com a eficiência de remoção (r) dos corantes obtendo-se o valor de 0,04 g como o mais eficiente, calculados por meio das Equações 1 e 2, respectivamente.

$$q_t = \frac{V(C_0 - C_t)}{m} \quad (1)$$

$$r = \frac{(C_0 - C_t) 100}{C_0} \quad (2)$$

sendo C_0 a concentração inicial do corante, em mg L⁻¹; C_t a concentração medida no intervalo de tempo, em mg L⁻¹; m a massa de adsorvente utilizada no processo de adsorção, em g; e V o volume de solução, em L.

Escolheu-se como o melhor pH o padrão de cada solução, sendo para os corantes azul de metileno e violeta cristal 8,5 e 2,8, respectivamente.



O ensaio de cinética de adsorção foi realizado com 50 mL da solução de AM e VC ambas de 50 mg L⁻¹, empregando-se as melhores condições de pH e dosagem de adsorvente. A concentração da solução foi medida em intervalos de tempo regulares (a cada 5 min, até 30 min; e após, a cada 15 min até 120 min) em agitação constante, até se atingir o ponto de equilíbrio entre adsorbato e adsorvente. A partir dos resultados, utilizou-se o pacote computacional MatLab® para a construção dos perfis cinéticos e a estimação dos parâmetros dos modelos de pseudo-primeira ordem (PPO), pseudo-segunda ordem (PSO) e quimissorção de Elovich, apresentados nas Equações 3, 4 e 5, respectivamente, obtendo-se os melhores ajustes com os modelos que apresentarem maior valor de coeficiente de correlação (R²).

$$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t}) \quad (3)$$

$$q_t = \frac{t}{(1/k_2 q_e^2) + (t/q_e)} \quad (4)$$

$$q_t = A + B \ln(t) \quad (5)$$

sendo k_1 a constante adimensional da taxa de adsorção de PPO; k_2 a constante adimensional da taxa de adsorção de PSO; t o tempo de adsorção, em min; q_e a capacidade de adsorção no equilíbrio (máxima capacidade adsortiva), em mg g⁻¹; A a taxa inicial de adsorção; e B uma constante relacionada ao grau de cobertura e a energia de ativação envolvida no processo.

Para os testes de isoterma, utilizou-se na análise 20 mL de seis soluções com diferentes concentrações (5, 10, 20, 30, 40 e 50 mg L⁻¹), as quais foram mantidas em seu pH natural e que receberam a quantidade de adsorvente determinada pelo teste de dosagem e sua relação entre capacidade adsortiva (q) e remoção. Depois de transcorrido o tempo de equilíbrio, realizou-se as leituras de concentração, e determinou-se a capacidade de adsorção do material composto por argila e gelatina.

Os valores de capacidade adsortiva em função da concentração de adsorbato, obtidos para a construção da isoterma de adsorção, foram ajustados aos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips, apresentadas nas Equações 6, 7 e 8, respectivamente.

$$q_e = \frac{(q_{máx} k_L C_e)}{(1 + k_L C_e)} \quad (6)$$

$$q_e = k_F C_e^{(1/n_F)} \quad (7)$$

$$q_e = \frac{(q_{máx} k_S C_e^{(1/n_S)})}{(1 + k_S C_e^{(1/n_S)})} \quad (8)$$

sendo q_e a quantidade de corante adsorvido no equilíbrio por unidade de massa de adsorvente, em mg g⁻¹; $q_{máx}$ a capacidade máxima de adsorção, em mg g⁻¹; C_e a concentração do adsorbato na solução após o equilíbrio ter sido atingido, em mg L⁻¹; k_L a constante de Langmuir, em L mg⁻¹; k_F uma constante empírica, dada em L mg⁻¹, relacionada à capacidade de adsorção do adsorvente; k_S a constante de equilíbrio de Sips, em L mg⁻¹; e n uma constante empírica adimensional que representa a intensidade de adsorção.

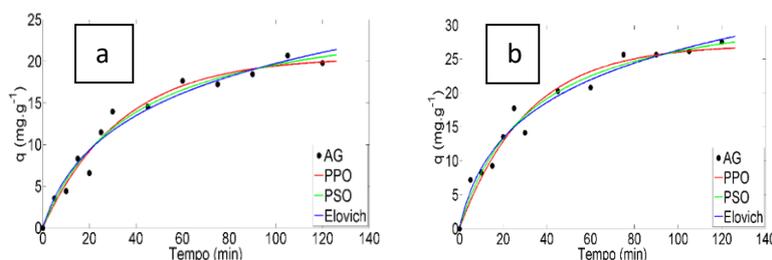
O coeficiente de determinação (R²) e o erro relativo médio (ERM) foram os parâmetros analisados para verificação do melhor ajuste dos modelos cinéticos e das isotermas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o adsorvente AG, realizou-se os ensaios de cinética de adsorção, apresentados na Figura 1, sendo empregados os modelos de PPO, PSO e Elovich.



Figura 1: Perfis cinéticos com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM (a) e VC (b), utilizando o adsorvente preparado com argila e gelatina (AG).



(Fonte: o Autor).

De acordo com a Figura 1 é demonstrado o desempenho da argila bentonita combinada com gelatina comercial como adsorvente na remoção dos corantes. Observou-se que o tempo de equilíbrio do processo de adsorção para o AM foi atingido em 60 min e para o VC em 75 min. Os resultados mostram capacidade adsortiva (q) de $17,64 \text{ mg g}^{-1}$ e remoção de 69,3% de remoção do corante AM, enquanto para o corante VC obteve-se uma capacidade adsortiva (q) de $25,63 \text{ mg g}^{-1}$ e 85,5% de remoção do corante.

Sobre o tempo de equilíbrio, Silva *et al.* (2015) apontaram que a remoção rápida do adsorbato e o alcance do equilíbrio em um curto período de tempo pode ser uma das indicações que o adsorvente é eficaz e pode se tornar uma alternativa promissora. O equilíbrio para ambos os corantes utilizando o adsorvente AG foi determinado em 60 e 75 min para o AM e VC, respectivamente.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros dos modelos cinéticos PPO, PSO e Elovich ajustados aos dados experimentais, referente aos testes apresentados na Figura 1.

Tabela 1: Parâmetros das cinéticas de adsorção de AM e VC com adsorvente argila e gelatina (AG).

| Modelos | AM | VC |
|--|-----------|-----------|
| Pseudo-primeira Ordem (PPO) | | |
| $q_1 [\text{mg g}^{-1}]$ | 20,48 | 27,08 |
| $k_1 [\text{min}^{-1}]$ | 0,02973 | 0,03221 |
| R^2 | 0,9684 | 0,9583 |
| ERM [%] | 1,217 | 1,778 |
| Pseudo-segunda Ordem (PSO) | | |
| $q_2 [\text{mg g}^{-1}]$ | 26,97 | 34,53 |
| $k_2 [\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1}]$ | 0,0009811 | 0,0009003 |
| R^2 | 0,966 | 0,9663 |
| ERM [%] | 1,262 | 1,599 |
| Elovich | | |
| $A [\text{mg g}^{-1} \text{min}^{-1}]$ | 0,897 | 1,491 |
| $B [\text{g mg}^{-1}]$ | 0,1279 | 0,1079 |
| R^2 | 0,9592 | 0,9687 |
| ERM [%] | 1,383 | 1,54 |

(Fonte: o Autor).

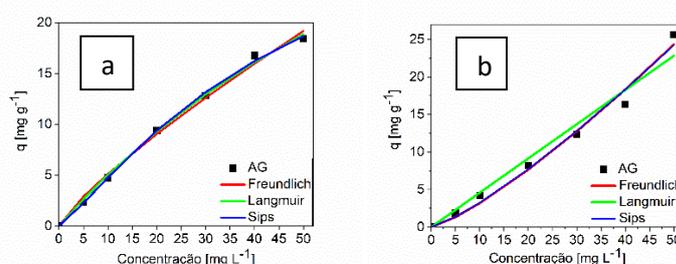
Para a determinação do modelo cinético de melhor ajuste aos dados experimentais do processo adsortivo, analisaram-se em conjunto os parâmetros de R^2 e ERM, levando em consideração maiores valores de R^2 e menores valores de ERM.

Dessa forma, com base nos dados apresentados na Tabela 2, para o adsorvente preparado AG em AM verificou-se que o ajuste no modelo PPO foi favorável, com os melhores valores de coeficiente de correlação linear R^2 . No caso da AG para o VC mostrou-se o ajuste no modelo de Elovich como mais favorável, sendo com os melhores valores de R^2 , novamente.

De acordo com os dados cinéticos de adsorção para o adsorvente AG, o tempo de equilíbrio de 60 e 75 min para o corante AM e VC respectivamente, mas que apresentou oscilações.

Em relação a análise por isoterma, a Figura 2 representa os perfis de isoterma de adsorção do corante AM e VC com o adsorvente AG em 90 min de agitação para os modelos ajustados de Langmuir, Freundlich e Sips, e a Tabela 2 mostra o parâmetro de equilíbrio apresentado pelos modelos testados para ambos os corantes.

Figura 2: Perfis das isotermas com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM (a) e VC (b), com AG como adsorvente.



(Fonte: o Autor).

Tabela 2: Parâmetros das isotermas de adsorção de AM e VC com adsorvente AG

| Modelos | AG em AM | AG em VC |
|---|----------|-----------|
| Freundlich | | |
| k_f [mg g^{-1}] | 0,7699 | 0,1738 |
| $1/n_f$ [L mg^{-1}] | 0,8217 | 1,2628 |
| R^2 | 0,9928 | 0,9818 |
| ERM [%] | 0,6078 | 1,224 |
| Langmuir | | |
| $q_{\text{máx}}$ [mg g^{-1}] | 61,02 | 6147 |
| k_L [L mg^{-1}] | 0,00895 | 0,0000745 |
| R^2 | 0,9967 | 0,9640 |
| ERM [%] | 0,4093 | 1,721 |
| Sips | | |
| $q_{\text{máx}}$ [mg g^{-1}] | 36,7 | 4707 |
| k_s | 0,00924 | 0,0000384 |
| n_s | 0,829 | 0,7979 |
| R^2 | 0,9977 | 0,9771 |
| ERM [%] | 0,3468 | 1,375 |

(Fonte: o Autor).

A partir da determinação dos modelos de isoterma de melhor ajuste aos dados experimentais do experimento, observa-se na Tabela 2 que os valores de R^2 são satisfatórios para o modelo de



Sips em relação ao corante AM com R^2 igual a 0,9977; e para o VC o melhor modelo se mostrou o de Freundlich com R^2 de 0,9818. Tais valores de coeficiente de determinação se mostraram aceitáveis pelo fato de os pontos estarem próximos às curvas dos modelos, além disso, demonstrando valores baixos de erro relativo médio (ERM). Destaca-se também o valor de capacidade adsorptiva máxima ($q_{máx}$) igual a $36,7 \text{ mg L}^{-1}$ dada pelos parâmetros de Sips, encontrada para o AM.

Em relação a estudos anteriores utilizando argila bentonita *in natura* como adsorvente para os corantes azul de metileno e violeta cristal, em certos casos acontecia a interferência da biomassa na leitura da absorbância, porém com a matriz de gelatina desenvolvida para suportar a argila bentonita as variações foram erradicadas, dessa forma, obtendo-se resultados confiáveis e precisos.

4. CONCLUSÃO

Perante aos resultados obtidos e os estudos realizados até então para o adsorvente preparado, é evidente a afinidade com os corantes azul de metileno e violeta cristal. Assim, pelo teste de dosagem chegou-se na massa de 0,04 g e ambos os pH das soluções sendo o padrão 8,5 e 2,8 para o AM e VC, respectivamente.

Em relação aos dados de isotermas utilizando o adsorvente AG tem-se como melhor modelo o de Sips para o corante AM e o de Freundlich para o VC, assim, apresentando valores de R^2 satisfatórios e erro relativo médio (ERM) baixos, apresentando também capacidade adsorptiva máxima coerente para o azul de metileno nos parâmetros de Sips.

Portanto, mostrou-se eficiente a utilização de argila bentonita para preparar um adsorvente a base de gelatina a ser empregado na remoção dos corantes azul de metileno e violeta cristal em solução aquosa.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. V., VIANA, J. D., FARIAS, K. V., BARBOSA, M. I. R., & FERREIRA, H. C. **Estudo comparativo entre variedades de argilas bentoníticas de Boa Vista, Paraíba.** *Matéria (Rio de Janeiro)*, 11(1), 30-40, 2006.

BUSE, M. I., DAITX, T. S., TEIXEIRA, C. S., MAULER, R. S., CARLI, L. N. **Uso de esferas de quitosana/bentonita/magnetita para adsorção do corante violeta de metila 10B.** Congresso Brasileiro de Polímeros, 15^o, Bento Gonçalves-RS, 2019.

HAYEYE, F.; SATTAR, M.; CHINPA W.; SIRICHOTE O.; **Kinetics and thermodynamics of Rhodamine B adsorption by gelatin/activated carbon composite beads,** *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 513, p. 259-266, 2017.

SILVA, L. M.; SILVA, N. M.; SILVA, U. A. R.; SOUZA, A. O., **Remoção de corante catiônico de meio aquoso usando resíduo da agroindústria de alimentos como adsorvente,** Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados (ENEMP 2017), Maringá – PR, 2015.



RICHARDSON, J. F. e HARCKER, J H. **Coulson e Richardson's Chemical Engineering**. Vol. 2, 2001.

Coelho, G. F., Junior, A. C. G., Sousa, R. F. B., Schwantes, D., Miola, A. J., & Domingues, C. V. R. D.. **Uso de técnicas de adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em águas**. Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v. 3, p. 291-317, 2014.

YANG, R.T. **Adsorbents: Fundamentals and Applications**. s.l. : Wiley, p. 424, 2003.



AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE VINHO ARTESANAL UTILIZANDO LEVEDURA SELVAGEM E COMERCIAL (*Saccharomyces Cerevisiae*)

Gabriela Benchimol Garcia^{1,*}, Isaac dos Santos Nunes¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química

[*gabrielabenchimol96@gmail.com](mailto:gabrielabenchimol96@gmail.com)

Química: Geral, Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-Química

RESUMO

O vinho é considerado a terceira bebida alcoólica mais consumida no Brasil, tendo grande parte de consumo e produção no Rio Grande do Sul. Ao longo dos anos, as leveduras têm se tornado um alvo de estudos e seleção, com o objetivo de garantir a qualidade do vinho. Deste modo, o presente trabalho propõe-se a produzir dois tipos de vinhos artesanais com leveduras presentes na casca da uva e leveduras *Saccharomyces Cerevisiae*, a fim de analisar as diferenças nas propriedades físico-químicas dos vinhos. Foram realizadas as análises de acidez total, teor alcoólico, pH, densidade e açúcares totais. Com o trabalho, constatou-se que os vinhos obtiveram resultados semelhantes, a acidez total e o teor alcoólico, para o vinho com levedura selvagem e o vinho com levedura *Saccharomyces* foi de 2 meq/L e 1,23 meq/L, 11,8% e 11%, respectivamente. Porém o vinho produzido com a adição de levedura *Saccharomyces Cerevisiae*, teve um período de trinta e um dias de fermentação completa, enquanto que o vinho com levedura selvagem não houve fermentação completa ao fim do mesmo período.

Palavras-chave: *vinho, leveduras, Saccharomyces Cerevisiae*.

1. INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de uvas para fabricação de sucos e vinhos artesanais e industriais, com um percentual de 90% de produção nacional (BRASIL, 2020).

Para a realização do processo de produção do vinho artesanal, leva-se em conta o que Ambrósio *et al.* (2019) relatam que, a qualidade final depende da etapa de fermentação, pois é quando as transformações químicas ocorrem. Sendo assim, na etapa de fermentação é importante ressaltar a escolha das leveduras utilizadas na produção.

Com o avanço nos estudos de leveduras, a levedura selecionada *Saccharomyces Cerevisiae*, integrante do complexo *Saccharomyces sensu stricto*, se tornou o principal micro-organismo utilizado nos dias atuais em processos de fermentação alcoólica industriais e até mesmo artesanais, de alimentos e bebidas (TEIXEIRA, 2015).

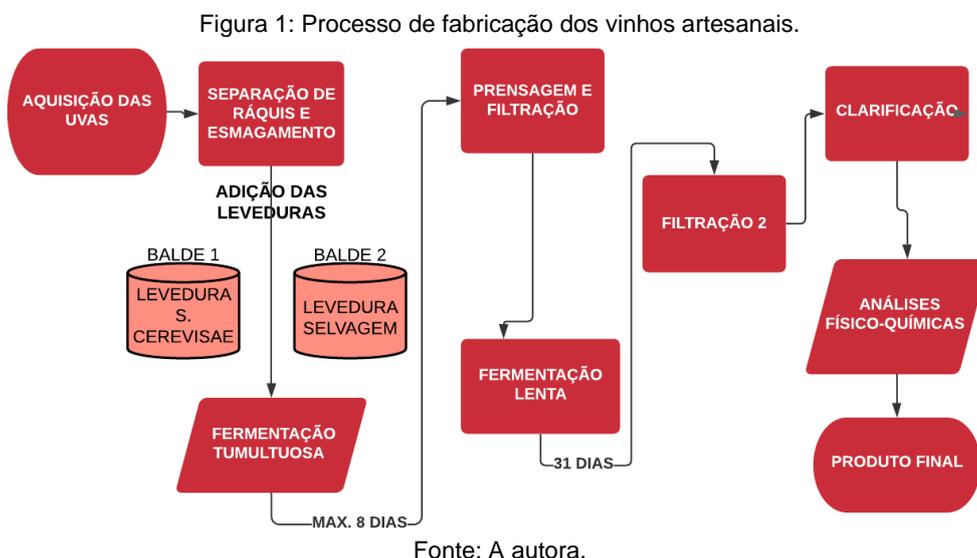
Segundo Cordente *et al.* (2012), identificar as leveduras através do gênero e da espécie para um comparativo entre elas no vinho, é de grande importância, pois a atuação das leveduras durante a fermentação do vinho é responsável pela produção de etanol, modulação química e organoléptica do vinho a partir do metabolismo microbiano.



Sabendo-se disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar o processo de produção local do vinho artesanal com uvas Niágara com a levedura selvagem e levedura convencional a fim de se obter um vinho de boa qualidade com ambas leveduras. Desenvolveu-se um comparativo entre os vinhos por meio de análises físico-químicas, referente às suas características de acidez total, teor alcoólico, pH e densidade.

2. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia que foi utilizada para o processo de fabricação dos dois vinhos artesanais, pode ser visualizada na Figura 1.



Foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros de teor alcoólico, a acidez total, pH, densidade e açúcares totais. Para a determinação da acidez total com o método de titulação de neutralização, utilizou-se a solução de Hidróxido de Sódio 0,1 N e fenolftaleína para o ponto de viragem. Para os cálculos da acidez total utilizou-se a Equação 1.

$$A = n \cdot f \cdot 1000V \quad \text{Equação 1}$$

sendo n o volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL); f o fator de correção da solução de hidróxido de sódio (1,001); N a normalidade da solução de hidróxido de sódio (mL) e V o volume da amostra (mL).

Para a determinação do Teor alcoólico utilizou-se o método de picnometria. As amostras foram destiladas em um destilador simples e colocadas nos picnômetros para os cálculos de densidade, posteriormente convertidos em teor alcoólico. Utilizou-se a Equação 2 para encontrar os valores de densidade.

$$d = mv \quad \text{Equação 2}$$



sendo d a densidade da amostra (g/cm^3); m a massa do picnômetro cheia – a massa do picnômetro vazia (g) e v o volume do picnômetro (mL).

Os valores de massa específica foram convertidos para teor alcoólico aferindo-se a temperatura da mistura, comparando com tabela de dados disponível em Brasil (2013).

Para a determinação do pH, utilizou-se um pHmêtro com o auxílio de um potenciômetro em eletrodo de vidro. Para a determinação dos açúcares totais e densidade, foram utilizados um refratrômetro em unidade °BRIX, e um densímetro, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na produção dos vinhos, as uvas passaram pelo processo de fermentação tumultuosa e fermentação lenta. O tempo de fermentação tumultuosa do vinho com as leveduras *Saccharomyces* foi de cinco dias, ou seja, em cinco dias a evolução das bolhas de gás carbônico da fermentação tumultuosa já tinha desaparecido. Para o vinho com leveduras selvagens, a fermentação tumultuosa foi completada apenas depois de transcorridos oito dias.

Para a análise do processo de fermentação lenta, observou-se a água do *airlock* a cada duas semanas, dentro de trinta e um dias. Após 5 dias do processo de fermentação lenta ter-se iniciado, percebeu-se que o *airlock* não continha água, e houve contato do mosto fermentado com oxigênio. Porém, conseguiu-se cessar a oxigenação, colocando-se a água no *airlock* em tempo de continuar o processo de fermentação e conseguir uma boa qualidade dos vinhos.

O *airlock* quando instalado, tem a função de permitir a saída do gás carbônico (CO_2) formado pela fermentação do vinho, e enquanto o processo de fermentação prossegue, o *airlock* borbulha. A extremidade da superfície da água que é colocada na mangueira ou no *airlock*, borbulha com o gás carbônico (CO_2) produzido na fermentação. A fermentação termina após a ocorrência da diminuição de quantidade de gás carbônico CO_2 que borbulha no recipiente com água (DINSLAKEN, 2021).

Após a finalização do processo de produção dos vinhos, foram realizadas análises de acidez total, pH, densidade, teor alcoólico e açúcares totais presentes nos dois tipos de vinhos. A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos do vinho com levedura selvagem e do vinho com levedura *Saccharomyces*.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos dos vinhos com diferentes leveduras

| Parâmetros | Levedura selvagem | <i>Saccharomyces</i> |
|----------------|-------------------|----------------------|
| Acidez Total | 2 meq/L | 1,23 meq/L |
| pH | 3,28 | 3,26 |
| Densidade | 0,988 | 0,999 |
| Açúcares T. | 7°BRIX | 7°BRIX |
| Teor Alcoólico | 11,8% | 11% |

(Fonte: a Autora).

Na Tabela 1, observa-se que os resultados de acidez total indicaram valores abaixo do esperado. Conforme a Normativa Nº14 de Fevereiro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018), a acidez total dos vinhos tintos deve estar entre 40 a 120 meq/L.



Segundo Rizzon (2001), os valores de acidez baixa podem estar ligados à atividade das leveduras da casca das uvas, que podem produzir ácidos orgânicos e liberar a partir da película da casca durante o processo de esmagamento.

Segundo Afonso (2019) descreveu, quanto maior for a concentração de hidrogênios na solução, menor será o pH. Nesse caso, os vinhos produzidos neste trabalho tiveram uma elevada concentração de hidrogênio, resultando em valores de pH baixos para ambos os vinhos.

Para o pH dos vinhos, é desejável que fique em torno de 3,3 e 3,6, conforme aponta Rizzon (2001), uma vez que a fermentação malolática é necessária em vinhos tintos e provoca um aumento no pH. Os valores de pH foram de 3,28 para o vinho com levedura selvagem e 3,26 para o vinho com levedura *Saccharomyces*, estando dentro do intervalo estabelecido por Rizzon (2010) que fica entre 3,0 a 3,8.

A densidade do vinho artesanal com levedura selvagem apresentou um valor de 0,988 e do vinho com levedura *Saccharomyces* um valor de 0,999. Esses valores correspondem a valores encontrados nos vinhos secos por Oliveira (2011), ao estudar vinhos secos brasileiros.

Os valores de teor alcoólico do vinho com levedura selvagem deram uma média de 11,8% com uma mínima diferença do vinho com *Saccharomyces* que obteve um valor de 11%. A legislação brasileira Lei nº 7.678 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), permite que os vinhos fiquem entre 10 a 12%, portanto os vinhos analisados pelo método de picnometria ficaram dentro dos padrões exigidos.

Como aponta Pacheco *et al.* (2010), as leveduras selvagens se mostraram equivalentes às leveduras comerciais estudadas, quando avaliado o teor alcoólico no final da fermentação alcoólica.

Os resultados para os dois vinhos, com a levedura selvagem e a levedura *Saccharomyces* foi de 7° Brix. Conforme Corazza *et al.* (2000) descreve que, um mosto com 10° Brix contém aproximadamente 10% de açúcar, ou seja, o vinho produzido neste trabalho possui aproximadamente 7% de açúcar em sua composição. A Figura 2 mostra-se os vinhos já engarrafados e prontos.

Figura 2. Vinhos artesanais com levedura selvagem e levedura *Saccharomyces Cerevisiae*.



Fonte: (a Autora).

4. CONCLUSÃO



Este trabalho teve por intuito produzir e analisar vinhos artesanais com a levedura selvagem e a levedura *Saccharomyces Cerevisiae*, a fim de obter os resultados das possíveis diferenças entre si. O processo de fabricação dos vinhos teve duração de 37 dias, considerando as duas fermentações pelo qual submeteram-se.

De acordo com os resultados nas análises físico-químicas, as análises de teor alcoólico, densidade e pH estiveram de acordo com as exigências legais da legislação Brasileira. O vinho com levedura selvagem obteve um teor alcoólico de 11,8%, densidade de 0,988 e pH de 3,28. O vinho de levedura *Saccharomyces Cerevisiae* obteve valores com mínimas diferenças nas análises físico-químicas do vinho anterior, ficando com 11% de teor alcoólico, 0,999 de densidade e 3,26 de pH.

No entanto, para as análises de acidez total, o vinho produzido com as leveduras selvagens teve como resultado 2 meq/L, enquanto o obtido com a levedura comercial apresentou 1,23 meq/L.

O vinho com levedura comercial apresentou resultados abaixo do esperado pois apresentou um aroma ácido, comprovando a presença de oxigênio no processo fermentativo. Porém o vinho com leveduras selvagens obteve resultados melhores, estando dentro dos padrões da legislação brasileira.

5. REFERÊNCIAS

AFONSO, JOÃO. **O álcool e a acidez dos vinhos**. Universidade do vinho. Revista Adega. 2019. Disponível em: < https://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-alcool-e-acidez-dos-vinhos_6055.html>. Acesso em 12 de Junho de 2021.

AMBRÓSIO, N., V, D. L., Determinação da qualidade de vinhos artesanais produzidos na Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 12, 2019.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Secretaria da Agricultura. Secretaria da Agricultura divulga dados preliminares da safra da uva e de produtos vitivinícolas do RS. 2020. Disponível em: < <https://www.agricultura.rs.gov.br/secretaria-da-agricultura-divulga-dados-da-safra-da-uva-e-de-produtos-vitivincolas-do-rs>>. Acesso em 13 de Abril de 2021.

BRASIL, N.I. DO. **Introdução à Engenharia Química**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. CORAZZA, L.M; RODRIGUES, G.D; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, 2000. Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

CORDENTE, A. G.; CURTIN, C. D.; VARELA, C.; PRETORIUS, I. S. **Flavouractive wine yeasts**. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, v. 96, p. 601–618, 2012.

DINSLAKEN, D. Blow off: **Quando usá-lo como alternativa ao airlock**. Conserveja conhecimento em cerveja. Disponível em: <<https://conserveja.com.br/blow-off/>>. Acesso em 09 de Agosto de 2021.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 22 f. (Monografia de Pós Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PACHECO, T. F. **Fermentação Alcoólica com leveduras de características fluculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente**. 2010. (Monografia de Pós Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2010.



RIZZON, L. A. **Tecnologia de Alimentos**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2001.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2010.

TEIXEIRA, J. F. **A levedura *saccharomyces cerevisiae*: caracterização do Gênero, domesticação e importância na composição de vinhos**. 2015. 12 f. (Monografia de Pós Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.



CARACTERIZAÇÃO DE GRÃOS DE MILHO DE PIPOCA (*Zea mays everta*) UTILIZANDO O SOFTWARE IMAGEJ

Guilherme Felipe Spohr¹, Maria do Carmo Barbosa Teixeira^{1*}, Guilherme Krieger Bonini¹, Isaac dos Santos Nunes¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química

*email: maria.mbt@gmail.com

Área do Trabalho: Fenômenos de Transporte, Operações Unitárias e aplicações.

RESUMO

A caracterização física de partículas é de essencial importância para compreender fenômenos que regem uma determinada operação unitária, assim como para o dimensionamento de equipamentos em projetos. Desta forma, objetivou-se determinar o diâmetro de *Feret* e a esfericidade de grãos de milho de pipoca, por meio da análise de imagem utilizando-se o *software ImageJ*. Foram fotografadas 150 partículas, que foram analisadas no *software*, realizando-se medidas tangentes à projeção das partículas nos eixos x e y, que foram utilizadas para o cálculo do diâmetro de *Feret*, obtendo-se para este, o valor de 0,758 cm. Em relação à esfericidade, calculou-se utilizando-se o alongamento dos grãos, obtendo-se um valor de 0,71. Comparando-se os resultados obtidos com outras técnicas, pode-se concluir que a análise de imagem por meio do *software ImageJ* mostrou-se satisfatória, encontrando-se valores próximos ao da literatura na determinação do diâmetro e esfericidade dos grãos de milho de pipoca.

Palavras-chave: *milho de pipoca, diâmetro de Feret, esfericidade.*

1. INTRODUÇÃO

As propriedades físicas de produtos agrícolas são de suma importância, e é a partir do seu conhecimento que se desenvolvem e dimensionam-se equipamentos e sistemas para a colheita, manuseio, transporte, secagem e armazenamento, fazendo parte de todas as etapas de produção (ARAÚJO, *et al.*, 2017). Desta forma, a caracterização física de partículas, como porosidade, tamanho, área superficial, esfericidade e massa específica, é fundamental para a compreensão de fenômenos que regem uma determinada operação unitária, bem como para a realização do projeto de dimensionamento dos equipamentos (CREMASCO, 2018).

A determinação do diâmetro de uma partícula pode ser realizada, simplesmente utilizando-se um paquímetro, porém, quando se quer determinar um diâmetro de partícula representativo da amostra de um aglomerado, por exemplo, essa técnica não é suficiente. Para isto, existem diversas maneiras de representar o tamanho de partículas ou aglomerados, sendo uma delas, a análise de imagens (CREMASCO, 2018).

Nesta técnica observam-se diretamente as partículas, avaliando-se sua dimensão por meio de uma imagem real e bidimensional, que é transformada em uma matriz numérica, processada pelo



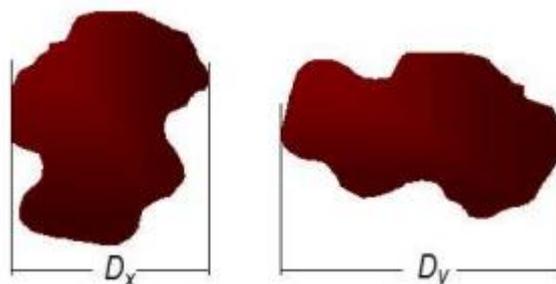
computador. Ao conseguir-se a imagem digitalizada, é possível obter medições relativas ao diâmetro, chamado *diâmetro de Feret*, que são medições do comprimento do eixo que liga os pontos mais afastados do perímetro da partícula (distância entre tangentes). Para este tipo de análise, a determinação do número mínimo de partículas a serem analisadas varia entre 100 e 2000 partículas (CREMASCO, 2018). Existem vários *softwares* que viabilizam a determinação destas dimensões.

Deste modo, o propósito deste trabalho foi determinar o diâmetro de *Feret* de grãos de milho de pipoca (*Zea mays everta*), bem como sua esfericidade, utilizando o método de análise de imagem por meio do software *ImageJ*.

2. MATERIAL E MÉTODO

Para a determinação do diâmetro de *Feret* dos grãos de milho pipoca, foram fotografadas três imagens, cada uma contendo 50 grãos de milho pipoca, totalizando 150 partículas. As imagens foram analisadas no *software ImageJ*, por meio do qual foram realizadas medidas da distância entre duas linhas paralelas tangentes à projeção da partícula, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1. Medidas do diâmetro do grão de milho em x e y, respectivamente.



(Fonte: CAETANO, 2014.)

Após realizar as medidas, com o software, do diâmetro do grão em relação a x e y, determinou-se o diâmetro de *Feret*, conforme a Equação 1, a seguir.

$$D_m = \frac{D_y + D_x}{2} \quad \text{Equação 1}$$

sendo, D_y o diâmetro em relação ao eixo y (cm), D_x o diâmetro em relação ao eixo x (cm) e D_m o diâmetro médio (cm).

Em seguida, calculou-se o alongamento por meio da Equações 2,

$$A_l = \frac{D_{maior}}{D_{menor}} \quad \text{Equação 2}$$

sendo, A_l o alongamento (-), D_{maior} o maior diâmetro (cm), D_{menor} o menor diâmetro (cm).

E, por fim, calculou-se a esfericidade dos grãos, utilizando-se a Equação 3,



$$\varphi = \frac{1}{A_l}$$

Equação 3

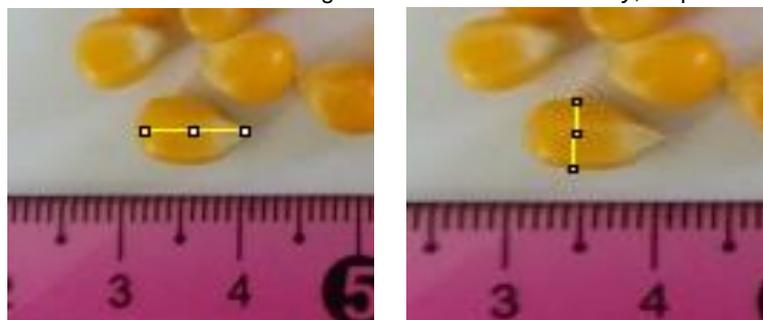
na qual, φ a esfericidade (-) e A_l o alongamento (-).

Após os cálculos, comparou-se os resultados obtidos com dados na literatura, certificando-se da eficácia do *software* utilizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisou-se 150 grãos de milho de pipoca usando-se o *software ImageJ*, primeiramente, registrou-se 3 imagens de vista superior com 50 grãos cada. Com o *software*, mediu-se as distâncias em relação aos planos x e y de cada grão, como mostrado na Figura 2, assim, a partir dessas medidas, calculou-se o diâmetro de *Feret*, utilizando a Equação 1, tendo em vista que o diâmetro de *Feret* é a distância entre duas tangentes em lados opostos a feição em direções fixas. Dessa forma, para o estudo dos dados coletados, obteve-se o valor de 0,758 cm de diâmetro dos grãos com um desvio padrão de 0,050 cm.

Figura 2. Medidas do diâmetro do grão de milho nos eixos x e y , respectivamente.



(Fonte: *software ImageJ*).

Dando continuidade, com as medidas obtidas por meio do *software ImageJ*, também determinou-se a esfericidade dos grãos de milho de pipoca por análise 2D em imagem. Para isso, utilizou-se as Equações 2 e 3, resultando em uma esfericidade igual a 0,71.

Comparou-se o diâmetro e a esfericidade obtida com os dados levantados no estudo de Schmidt (2017), no qual encontrou-se o diâmetro para o grão do milho de pipoca utilizando as técnicas de picnometria e paquimetria, sendo que ambas as metodologias apresentaram o diâmetro de 0,7 cm. Dessa forma, tem-se uma diferença de aproximadamente 7,5 % entre os dados obtidos com o *software* e as técnicas apresentadas na literatura.

Quanto à esfericidade, Schmidt (2017) encontrou o valor de 0,685 para a técnica de paquimetria, a qual é muito próxima do valor encontrado neste trabalho. Porém, essa variação nos resultados foi devido à análise ter sido realizada por imagens, onde os grãos são caracterizados manualmente, podendo-se resultar em variações nos valores obtidos quando estes são medidos sem acuracidade. Por fim, foi possível considerar que a utilização do *software ImageJ* é viável na obtenção de dados nesse tipo de análise.



4. CONCLUSÃO

O conhecimento das propriedades físicas dos grânulos é essencial para caracterizá-los conforme a sua dimensão, a qual apresenta diversas formas de ser analisada, como a picnometria, o paquímetro. Dentre estas, torna-se inviável a sua utilização quando deseja-se analisar um aglomerado de partículas, sendo necessário o uso de um *software*, nesses casos.

Conforme as análises realizadas para os grãos de milho de pipoca, encontrou-se 0,758 cm de diâmetro de *Feret* e uma esfericidade de 0,71. Comparando-se com os dados da literatura, obteve-se uma pequena diferença de 7,5% para o diâmetro e um valor próximo de esfericidade, sendo assim, atingiu-se êxito na utilização do *software ImageJ* para a caracterização dos grãos de milho de pipoca.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Karoline Thais Andrade, CORREIA, Franklin Gomes Correia, SILVA, Renato Costa da, SANTOS, Francislaine Suelia dos. **DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE MILHO (*Zea mays* L.)**. Belém, PA - CONTEC, 2017. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/49_ddpfdgdmzml.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2021.

CREMASCO, Marco Aurélio. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidodinâmicos e outros trabalhos** / Marco Aurélio Cremasco. - 3. ed. - São Paulo : Blucher, 2018.

CAETANO, M. **Tamanho das Partículas e sua distribuição**. 2014. Disponível : <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/materias-primas/cargas/cargas-e-propriedades/principais-caracteristicas-das-cargas/tamanho-das-particulas-e-sua-distribuicao/> . Acesso em: 15 de maio 2021.

SCHMIDT, J. I., *et. al.* **Caracterização física de partículas**. I MTEQ. 2017. Disponível em: http://san.uri.br/sites/site_novo/?page_id=3663. Acesso em: 17 de maio de 2021.

ANDREOLA, L., *et. al.* **Caracterização de grãos de lentilha utilizando o software ImageJ**. IV MTEQ. 2020. Disponível em: http://san.uri.br/sites/site_novo/?page_id=3663. Acesso em: 17 de maio de 2021.



ELABORAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE BANANA PARA INCORPORAÇÃO EM BISCOITOS

Emanuelli de Melo Müller^{1,*}, Nataly Leidens¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química

*emanuelligmuller@aluno.santoangelo.uri.br

Área do Trabalho: Química: Geral, Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-Química

RESUMO

A banana é a segunda fruta mais consumida no Brasil, e o seu resíduo casca não é frequentemente consumida. O reaproveitamento da casca de banana para elaboração de farinha agrega nutricionalmente os alimentos, como no caso os biscoitos. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo elaborar biscoitos a partir da incorporação de 25%, 50% e 75% de farinha da casca de banana. Realizaram-se análises de umidade, cinzas, lipídeos, fibra bruta, pH e sólidos dissolvidos para a farinha produzida e os biscoitos. Para a farinha os valores estão de acordo com a literatura e para os biscoitos 25%, 50% e 75% obtiveram valores dos parâmetros crescentes, sendo estas análises satisfatórias de acordo com a literatura. O aumento da concentração da farinha nos biscoitos, resultaram em produtos mais nutritivos, devido aos valores encontrados de cinzas e fibras. O índice de aceitação dos biscoitos obtiveram valores superiores a 70%, a qual indica a aceitabilidade por provadores. De um modo geral os biscoitos tiveram uma boa avaliação, sendo o biscoito de 25% da incorporação de farinha da casca de banana o mais aceito, e o biscoito de 75% o menos aceito.

Palavras-chave: *Farinha de casca de banana, biscoitos, análises físico-químicas, teste de aceitação.*

5. INTRODUÇÃO

Atualmente, o desperdício de alimentos ou seus resíduos está aumentando, as cascas das frutas são os principais subprodutos gerados. O reaproveitamento da casca como a da banana, se apresenta como uma boa alternativa de baixo custo para elaboração de farinhas, na incorporação e enriquecimento de alimentos, assim melhorando a qualidade nutricional (SILVA, 2013; CARVALHO *et al.*, 2017).

Os biscoitos são uma opção para a utilização desses resíduos, como alternativa de produto mais nutritivo, aumento da quantidade de fibras, longo prazo de validade, melhorando o aroma, o sabor, a textura e a cor (RIBEIRO *et al.*, 2010).

Goes, *et al.* (2015), afirmam que é necessário que os alimentos escolhidos por formulações de resíduos sejam pesquisados quanto a composição química, características físicas, nutricionais e testes sensoriais para elaborar formulações competitivas e de grande aceitação.

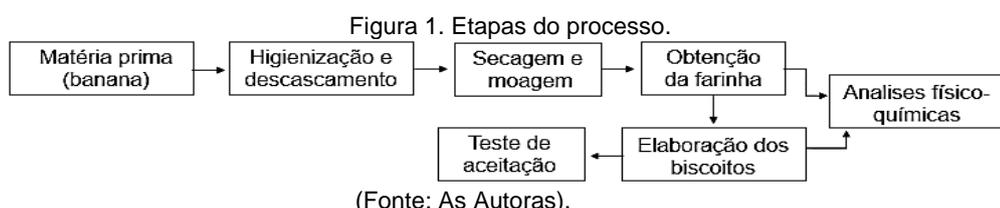
Segundo Castilho *et al.* (2014), a farinha utilizada para incorporação de alimentos não podem apresentar características indesejáveis, como umidade, ranço ou presença de fermentação, e devem ser obtidas a partir de matérias-primas isentas de parasitas.



Deste modo, o presente trabalho tem-se como objetivo elaborar biscoitos a partir da incorporação de 25%, 50% e 75% de farinha da casca de banana (FCB). Em seguida realizar análises físico-químicas da FCB e dos biscoitos elaborados, e o teste de aceitação dos biscoitos.

6. MATERIAL E MÉTODO

Na Figura 1 está disposta as etapas de processos adotadas no presente trabalho.



2.1 Análises físico-químicas

As análises da farinha e dos biscoitos elaborados conduziram-se de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata (Tabela 1).

Tabela 1. Análises físico-químicas realizadas.

| Análise | Norma |
|----------------------------------|--------|
| Umidade | 012/IV |
| Resíduo por incineração (cinzas) | 018/IV |
| Lipídeos | 032/IV |
| Fibra Bruta | 044/IV |
| Potencial hidrogênioico (pH) | 017/IV |
| Sólidos solúveis | 010/IV |

(Fonte: As Autoras).

2.2 Teste de aceitação dos biscoitos

O teste de aceitação foi realizado com 20 participantes que julgaram os produtos quanto aos atributos aparência, textura, sabor, aroma e aceitação global por meio de uma escala hedônica de 0 a 10 pontos, onde 10 corresponde a gostei extremamente e 0 desgostei extremamente, proposta por Villanueva (2005).

Posteriormente, calcularam-se o Índice de Aceitação (IA) dos biscoitos para determinação da formulação que obtiveram melhor aceitação pelos julgadores, descrita por Dutcosky (2013), conforme a Equação 1.

$$IA (\%) = M \times 100 / K \quad \text{Equação 1}$$

sendo M o valor médio da frequência de respostas e K o maior valor mencionado pelos avaliadores.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes aos parâmetros físico-químicos analisados para a FCB e os biscoitos produzidos, assim como o teste de aceitação dos biscoitos, estão apresentados a seguir.

3.1 Farinha de cascas de banana

Na Figura 2 está presente o processo de obtenção da FCB, mostrando as cascas antes e após a secagem e a farinha obtida.

Figura 2. Processo de obtenção da farinha.



1- Cascas higienizadas, 2- Cascas secas, 3- Farinha da casca de banana.
(Fonte: As Autoras).

Observa-se que a farinha tem coloração escura, a qual é decorrente do aumento de açúcares na casca conforme o grau de amadurecimento da fruta e em contato com temperatura, as reações de Maillard são favorecidas (SHIBAO *et al.*, 2011). Na Tabela 2 estão dispostos os resultados médios das análises físico-químicas da FCB.

Tabela 2. Resultados médios das características físico-químicas da farinha de casca de banana.

| Parâmetros | Valor encontrado | Valor de Referência | Fonte |
|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Umidade (%) | 6,14 ± 0,06 | 15,0* | RDC n°263, de 22 de setembro de 2005 |
| Cinzas (%) | 15,82 ± 2,42 | 15,60 | Costa et al. (2011) |
| Lipídeos (%) | 8,95 ± 0,14 | 6,89 | Lion (2018) |
| Fibra bruta (%) | 13,55 ± 0,52 | 11,86 | Vieira (2018) |
| pH | 5,70 ± 0,05 | 5,80 | Duarte (2021) |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 4,89 ± 0,58 | 2,30 | Carneiro et al. (2020) |

*Valor máximo aceitável

(Fonte: As Autoras).

A partir da Tabela 2 nota-se que os parâmetros apresentaram conformidades quando comparados com outros autores. No entanto, Carneiro *et al.* (2020) obtiveram um valor inferior de teor de sólidos solúveis para FCB verde, esta variação é devido a presença de açúcares, que aumenta durante a maturação da fruta. As condições climáticas, qualidade de solo e disponibilidade de água no plantio da banana, também são fatores que influenciam nos valores. Portanto, variações são aceitáveis.



3.2 Biscoitos

Os resultados médios das análises físico-químicas dos biscoitos elaborados com diferentes concentrações de FCB, estão dispostas na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados médios das características físico-químicas dos biscoitos.

| Parâmetro | Biscoito 25% | Biscoito 50% | Biscoito 75% |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Cinzas (%) | 3,94 ± 0,81 | 4,31 ± 0,15 | 5,86 ± 0,10 |
| Umidade (%) | 2,50 ± 0,46 | 3,60 ± 0,36 | 4,88 ± 0,08 |
| Lipídeos (%) | 22,33 ± 0,30 | 23,54 ± 0,18 | 23,74 ± 0,16 |
| Fibra brutas (%) | 14,28 ± 0,17 | 14,71 ± 0,21 | 15,33 ± 0,71 |
| pH | 6,89 ± 0,22 | 6,72 ± 0,21 | 6,85 ± 0,06 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 4,32 ± 0 | 5,24 ± 0 | 5,24 ± 0 |

(Fonte: As Autoras).

A partir da Tabela 3 nota-se que quanto maior a incorporação de FCB, maior será o teor de cinzas, o qual é indicativo de minerais no alimento (FASOLIN *et al.*, 2007). Silva (2013) obteve nas mesmas concentrações teores cinzas iguais a 3,58%, 4,87% e 5,95%, valores próximos aos encontrados. O teor de umidade para biscoitos de acordo com resolução RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005 é de no máximo 14%, ou seja, este trabalho apresenta um teor satisfatório.

Quanto aos teores de lipídeos nota-se um aumento do valor conforme o acréscimo da proporção da FCB. Isso deve-se aos altos teores de lipídeos constatados nas FCB, como alimentos com alto teor de gorduras de acordo com a Portaria n°27, de 13 de janeiro de 1998.

Para os teores de fibra bruta nota-se que com o aumento de incorporação da FCB o teor de fibras cresce. Esse fato pode ser atribuído às quantidades de celulose e pectinas encontradas na farinha de cascas de frutas (SANTOS *et al.*, 2017). Farinelli *et al.* (2014) obtiveram um teor de 18,94% para biscoito produzido com 100% de FCB, portanto os valores encontrados são satisfatórios.

Com a adição de FCB provocou um aumento do valor de pH nos biscoitos, apresentando características levemente ácidas. Carvalho *et al.* (2017), obtiveram 6,23 e 6,20 para proporções de 25 e 50% de FCB, estes valores são compatíveis ao encontrados no presente trabalho.

Para sólidos solúveis encontraram-se valores de 4,32 °Brix e 5,24 °Brix, estes valores são próximos ao encontrado para a FCB. A percentagem de Brix deve ser semelhante com a concentração real de açúcar existente nas soluções analisadas, portanto nota-se que quanto maior a concentração de FCB, maior é o °Brix (CARNEIRO *et al.*, 2020).

3.3 Teste de aceitação dos biscoitos

As formulações dos biscoitos apresentaram aceitação sensorial satisfatória em relação as características avaliadas, sendo elas sabor, textura, aroma, aparência e avaliação global. Para a avaliação global obtiveram-se notas em média de 8,80, 8,60 e 8,10, respectivamente para as formulações 25, 50 e 75%.

O índice de aceitação para os critérios considera-se bom, superior a 70%. Segundo Dutcosky (2013), para que determinado produto seja aceito em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário alcançar um IA mínimo de 70%.

Os biscoitos com menores teores de farinha não tradicional, como no caso a FCB 25% apresentaram melhor aceitação devido ao seu gosto mais adocicado. Já os biscoitos de 75% apresentaram menor preferência devido seu gosto residual ser mais amargo em relação aos demais



formulações, tendo em vista a falta de hábito em consumi-la. Contudo, os biscoitos nas três formulações apresentaram boas aprovações de acordo com o gosto pessoal de cada voluntário.

8. CONCLUSÃO

Por fim, os resultados das análises físico-químicas para a farinha de casca de banana e biscoitos apresentaram-se satisfatórias. Nota-se que com o aumento da concentração da farinha nos biscoitos, obtiveram valores crescentes, resultando em produtos mais nutritivos. As formulações apresentaram aceitação sensorial satisfatória com relação as características avaliadas, tendo índices de aceitação superiores a 70%. Mediante aos parâmetros avaliados, conclui-se que o aproveitamento das cascas de banana para produção de farinha para substituição parcial na elaboração de biscoitos, é uma alternativa viável.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Tuâni S. *et al.* Avaliação da farinha de banana verde com aplicação de antioxidantes. **Braz. J. of Develop.** Curitiba, v. 6, n. 5, p.28634-28643, 2020.

CARVALHO, Igor C. R.; MELO, Fabiana L. **Caracterização Físico-química de Cookies Integrais Produzidos com Adição de Farinha da Casca de Banana (*musa sapientum*).** (Trabalho de conclusão do curso de Nutrição) - Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS), Recife – Pernambuco, 2017.

CASTILHO, Ludmilla. G.; ALCANTARA, Bruna. M.; CLEMENTE, Edmar. Desenvolvimento e análise físico-química da Farinha da casca, da casca in natura e da polpa de Banana verde das cultivares maçã e prata. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 107-114. 2014.

COSTA, R. A., Chaves, L. K., Lago, T. R., Nunes, V. X., Silva, N. M., & Landim, L. B. (2011). **Physical Chemical Analysis Of Flour And Mature Banana Peel Green.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Bahia.

DUARTE, Stephany G. *et. al.* Biscoito tipo cookie com adição de farinha de resíduos de frutas. **Exatas Online.** ISSN 2178-0471, vol. 12, n. 1 p. 23-37, abr., 2021.

DUTCOSKY, Silvia. D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba – Paraná, Champagnat-Pucpress, 4ed., 2013.

FARINELLIA, B. C., HONORATO, C. A., AGOSTINIB, J. d., & Bin, M. C. **Elaboração, Análise Sensorial e Características Físico-químicas do Biscoito Doce de Casca de Banana. Ensaios e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, 18(2), 2014.

FASOLIN, Luiz. H.; ALMEIDA, Glalber. C.; CASTANHO, Paulo. C.; NETTO-OLIVEIRA, Edna. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliação química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.524-529, 2007.



GOES, T. S. et al. **Elaboração de biscoitos tipo cookie com farinha de resíduos do processamento de extrato de Yacon.** p. 3741-3748, in. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014, São Paulo: Blucher, v. 1, n. 2, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, 4 ed. 1 ed. digital, p. 98-140, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LION, Anyketlen Valério S.; YANAZE, Rafaelli Yumi. **Obtenção e caracterização de farinha de cascas de bananas verdes e maduras.** Trabalho de conclusão de curso (Curso de Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Londrina – Paraná, 2018.

Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (conteúdo de nutrientes).** BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de janeiro de 1998. Seção 1.p.1789.

Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.** BRASIL, Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Brasília- DF, 2005.

RIBEIRO, R. D.; FINZER, R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. FAZU em **Revista, Uberaba** – Minas Gerais, n.7, p. 120- 124, 2010.

SANTOS, C. C. S.; GUIMARÃES, P. B.; RAMOS, S. A.; CAPOBIANGO, M. Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. **Sinapse Múltipla**, 6(2), p. 341- 344, 2017.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde Maillard reaction products in foods: implications for human health. **Revista Nutrição**, Campinas v. 24, n. 6, p. 895- 904, nov./dez., 2011.

SILVA, Lô-ruama M. S. **Aproveitamento da casca de banana para produção de farinha destinada à formulação de biscoitos.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - Paraíba, [s.n], 56 f., 2013.

VIEIRA, Bruna M. G. **Caracterização de diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana e sua aplicação na massa de um rissol sem glúten.** Dissertação (Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Viana do Castelo – Portugal, 2018.

VILLANUEVA, Nilda. D. M.; PETENATE, Ademir. J.; SILVA, Maria. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, Elsevier, v. 16, n. 8, p. 691-703, 2005.



EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS AMÊNDOAS DE *Butia spp.*

Guilherme F. Spohr¹, Maria do Carmo B. Teixeira¹, Isaac dos Santos Nunes¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química
email: guilhermefspohr@aluno.santoangelo.uri.br

Área do Trabalho: Química: Geral, Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-Química.

RESUMO

A espécie *Butia spp.* é uma palmeira do Sul do Brasil, que possui no interior dos frutos um caroço contendo uma amêndoa com potencial para extração de óleo. Neste estudo, buscou-se extrair o óleo da amêndoa do butiá, por meio da extração Soxhlet, avaliando seu rendimento. Foram utilizados para extração os solventes hexano e etanol, sendo estes apolar e polar, respectivamente. O extrato obtido apresentou maior afinidade com o solvente apolar, etapa na qual obteve-se cerca de 80% do óleo total extraído. Por meio das extrações, foi possível concluir que aproximadamente 50% da massa das amêndoas é composta por óleo. Além disso, levando em consideração o teor de óleo obtido, comparando com a literatura, provavelmente as amostras sejam da espécie *Butia quaraimana*, obtendo-se a quantidade em massa de óleo obtida foi de 45,5%, muito próxima do valor obtido neste estudo.

Palavras-chave: *extração Soxhlet, butia spp., amêndoa do butiá.*

1. INTRODUÇÃO

O Butiá é a fruta do Butiazeiro (*Butia spp.*), uma palmeira comum no sul do Brasil. Os frutos maturam de novembro à março, sendo sua polpa bastante fibrosa e comestível, muito utilizada em sucos e licores, possuindo no seu interior um caroço bastante duro, dentro do qual se encontra a amêndoa, rica em óleo comestível, de onde se pode extrair também o óleo essencial (REITZ *et al.*, 1988 *apud* MARTINS *et al.*, 2015).

No Rio Grande do Sul é registrada a ocorrência de *Butia capitata* Becc., *B. eriospatha* Becc., *B. odorata* Becc., *B. paraguayensis* L. H. Bailey e *B. yatay* Becc. (ROSSATO, 2007 *apud* MORAIS, 2014). Inicialmente, a espécie *Butia quaraimana* foi descrita como *Butia yatay* Becc, mas difere desta com relação a caracteres morfológicos e morfométricos, passando a ser descrita como *Butia quaraimana* (DEBLE *et al.*, 2011 *apud* MORAIS, 2014).

As pesquisas referentes à produção de frutos e sementes de oleaginosas vem crescendo ao longo dos anos, tanto para a indústria oleoquímica, quanto para a alimentícia, as quais utilizam a maior parte dos óleos obtidos a partir de fontes naturais (FREIRE *et al.*, 1996 *apud* MORAIS, 2014). Conforme Sganzerla (2010), as amêndoas de butiá apresentam altos teores de fibras e de carboidratos, possuindo em torno de 50% de lipídios, onde estas são muitas vezes consideradas um resíduo do processamento.

Devido aos óleos que compõem suas amêndoas, o *Butia spp.* apresenta-se como uma alternativa de alto valor energético com potencial para produção de óleos de alta produtividade e rentabilidade (CAETANO, 2006 *apud* BÜTTOW *et al.*, 2009).



Para a extração do óleo das amêndoas utiliza-se o sistema de extração Soxhlet, este é empregado na extração sólido-líquido, onde é promovida uma lavagem do sólido, o qual contém um soluto de interesse, por meio de um solvente apropriado (STRACKE; NUNES, 2017). Segundo Stracke e Nunes (2017), uma boa fragmentação do sólido é importante para que se aumente a área de superfície de contato, elevando assim a eficiência do processo, favorecendo a obtenção do soluto. Diante da necessidade da valorização de alimentos regionais e o estudo de seu potencial lipídico, buscou-se neste trabalho, realizar a extração do óleo da amêndoa do *Butia spp.* por meio do método de extração Soxhlet, avaliando seu rendimento.

2. MATERIAL E MÉTODO

Para a obtenção das amêndoas dos butiás, retirou-se manualmente as amêndoas de dentro dos “coquinhos” de butiás, após foram moídas para aumentar a sua superfície de contato. Dessa forma, pesou-se 30 gramas de amêndoas de butiás, preparou-se um cartucho a partir de papel-filtro para inserção das amêndoas no extrator *Soxhlet*. Montou-se o mecanismo de extração, acoplando-se o balão de fundo chato (massa verificada) contendo 300 mL de hexano puro, mantendo a extração em funcionamento por 5 horas.

Após o tempo determinado, recuperou-se o solvente no evaporador rotatório e levou-se o balão para a estufa para eliminar o solvente restante, então repetiu-se o processo de extração com o mesmo cartucho de amêndoas utilizando um novo balão de fundo chato (massa verificada) contendo como solvente uma mistura de 120 mL de etanol (95%) e 180 mL de hexano puro, durante o tempo de 5 horas.

Novamente, após a extração levou-se o balão para o evaporador rotativo e então a estufa para eliminar o solvente remanescente. Assim, após a eliminação do solvente, os balões foram pesados e calculou-se a massa de óleo presente.

Além disso, também se determinou a variação da massa das amêndoas moídas utilizando uma balança analítica, repetiu-se o teste em triplicata para maior precisão na avaliação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do processo de extração utilizou-se dois solventes, hexano e etanol, sendo eles apolar e polar respectivamente. Assim, pode-se determinar qual solvente apresentou uma maior interação com as amêndoas de butiás.

Na Tabela 1 é demonstrada a massa de óleo obtido em cada etapa da extração, sendo utilizado na primeira extração o hexano (apolar) e na segunda etapa o etanol (polar) como solventes. Realizou-se separadamente cada análise e determinou-se a quantidade total de óleo extraído. Para uma melhor comparação tem-se a Figura 1, na qual está demonstrado o percentual de óleo obtido nas extrações.

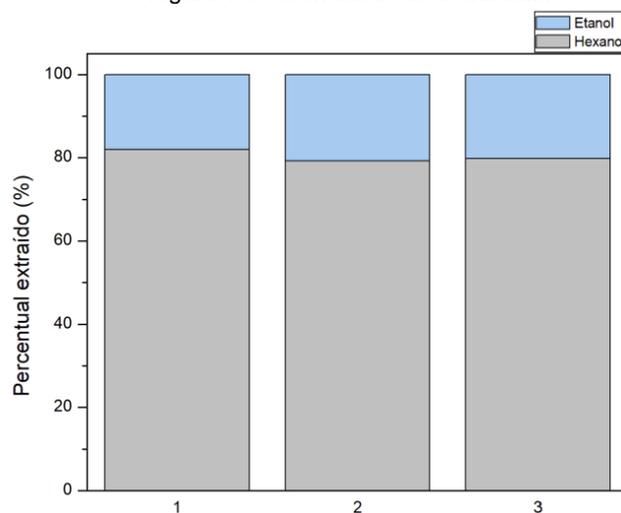
Tabela 1. Dados experimentais obtidos na extração de lipídeos de amêndoas de butiá.

| Repetição | Massa inicial (g) | Massa de óleo extraído na primeira etapa (g) | Massa de óleo extraído na segunda etapa(g) | Quantidade de óleo (%) |
|-----------|-------------------|--|--|------------------------|
| 1 | 30,0173 | 13,0652 | 2,8725 | 53,09 |
| 2 | 30,0014 | 12,4983 | 3,2834 | 52,60 |
| 3 | 30,0093 | 12,4399 | 3,1545 | 51,96 |

Fonte: Os autores.



Figura 1: Percentual de óleo extraído.



Fonte: Os autores.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1 e na Figura 1, na primeira etapa de extração com o hexano, obteve-se em média 80% do óleo coletado, demonstrando que o óleo obtido tem afinidade com o solvente apolar.

A Tabela 2 a seguir, apresenta dados de extração de óleo encontrados por diferentes autores, utilizando apenas um solvente para extração, em uma única etapa.

Tabela 2. Resultados teóricos da quantidade de óleo pelo Sistema Soxhlet

| Autor | Solvente | Espécie | Quantidade de óleo (%) |
|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|
| Simionato (2015) | n-hexano | <i>Capitata</i> | 23,00 |
| Sganzerla (2010) | Éter de petróleo | <i>Capitata</i> | 28,74 |
| Sganzerla (2010) | Éter de petróleo | <i>Eriosphata</i> | 26,31 |
| Martins (2015) | Etanol | <i>Capitata</i> | 38,80 |
| Morais (2014) | Éter | <i>Quaraimana (yatay)</i> | 45,53 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação às quantidades de óleo obtidas na literatura, é visto que a espécie *Quaraimana* é a que mais se aproxima dos valores obtidos experimentalmente para a *Butia* spp. estudada. Também, deve-se considerar que no estudo pesquisado na literatura, foi realizado somente uma extração com um solvente apolar, diferente dos experimentos relatados aqui.

Dessa forma, o valor de 42,2% de extração da *Butia* spp. na primeira etapa com o solvente apolar, aproxima-se do valor encontrado por Morais (2014), igual a 45,5%. Além disso, as extrações mostraram que aproximadamente 50% da massa das amêndoas são compostas por óleo, demonstrando que a amostra de *Butia* spp. utilizada, apresenta aproximadamente 50% mais óleo em comparação com as espécies de *Butia capitata* e *B. eriospatha* estudadas por Sganzerla (2010) e Simionato *et al.* (2015).



5. CONCLUSÃO

Conforme os dados coletados a partir da extração sólido-líquido do *Butia* spp., as amêndoas apresentaram maior interação com o solvente apolar, coletando-se 80% do óleo nesta etapa, obtendo-se um total de 52,5% de rendimento no final da extração. Sendo uma quantidade elevada em relação a espécies de butiás apresentadas na literatura.

Em função do teor de óleo obtido, comparando-se com dados da literatura, a amostra utilizada neste estudo pode ser da espécie *Butia quaraimana*, uma vez que apresentou teor de lipídeos mais elevado, porém, para uma determinação correta da espécie, seria necessário estudar e comparar outros aspectos físico-químicos, biológicos e morfológicos do fruto.

A metodologia aplicada para extração se mostrou apropriada, considerando a grande quantidade percentual de óleo extraído nas duas etapas.

REFERÊNCIAS

BÜTTOW, Mirian Valli *et al.* **Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., Araceae).** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1069-1075, Dezembro 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/Wxf73RsdjnxDb54t67DbvGG/?lang=pt>>. Acesso em: 21 de abril de 2021.

MARTINS, P. F. *et al.* Extração do óleo essencial da amêndoa do butiá capitata. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2015. **Anais eletrônicos**. Campinas, 2015. Disponível em <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2015/445-34065-261812.pdf>>. Acesso em 20 de abril de 2021.

MORAIS, M. M. *et al.* Caracterização físico-química das amêndoas de butiás. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2014. **Anais eletrônicos**. Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2014/papers/caracterizacao-fisico-quimica-das-amendoas-de-butias>. Acesso em 20 de abril de 2021.

SGANZERLA, M. **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

SIMIONATO, Euclésio *et al.* **Composição química e temperatura de cristalização de ésteres de quatro óleos vegetais extraídos de sementes de plantas do Cerrado.** Química, Vol. 38, No. 3, 328-332, 2015.

STRACKE, M. P.; NUNES, I. S. **Experimentando a química orgânica** / Marcelo Paulo Stracke, Isaac dos Santos Nunes. - 1 ed. - Curitiba: Appris, 2017.



PRÉ-PROJETO DE UMA INDÚSTRIA DE VINHO MOSCATEL ESPUMANTE

Gabriel Roque Kuhn^{1,*}, Débora Cristina Pretto¹, Michele Paiva Dallek¹, Enrique Chaves Peres¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química

*gabrielrkuhn@aluno.santoangelo.uri.br

Área do Trabalho: Processos Industriais.

RESUMO

O vinho moscatel espumante é o favorito de muitos apaixonados por vinhos, feito com uvas moscato, devido à alta concentração de açúcar, coloração amarela com dourado, sabor doce com intensidade aromática. A fermentação alcoólica é um dos processos mais importantes, ocorrendo a transformação do açúcar em álcool etílico resultando em um produto doce com baixo teor alcoólico. O vinho moscatel espumante é filtrado à placa tendo disponível autoclaves para atuar em condições isobáricas, evitando a perda de dióxido de carbono, sendo uma das principais características do vinho espumante. A partir da viabilidade econômica, da elaboração do potencial econômico para cada rota estudada, valores e quantidades de matéria-prima e açúcar, assim como para as saídas de espumante, sendo o preço de custo do produto final comparado com o valor comercial de uma garrafa de 750 mL, definiu-se a localização da indústria em Gramado-RS na serra gaúcha. Obteve-se conhecimento de todas as matérias-primas, produtos, subprodutos e resíduos gerados na produção, assim como os equipamentos a serem utilizados. Elaborou-se o diagrama de processos e de operações, verificando os processos de desengaçó, prensagem, clarificação, fermentação alcoólica, tomada de espuma em autoclave e filtrações. Posteriormente calculou-se o balanço de massa para todos os equipamentos empregados na produção do vinho moscatel espumante determinando as quantidades de matéria-prima, do produto e dos resíduos gerados. Sendo assim a quantidade de 100.000 garrafas de espumante como produção anual, de 750 mL correspondendo em 6250 L ao mês com 6266,3 kg de uva moscato, o teor do vinho moscatel espumante resultou em um teor alcoólico de 6,7% .

Palavras-chave: *uva moscato, fermentação, vinho espumante.*

1. INTRODUÇÃO

O vinho espumante é resultante da fermentação da uva sã, fresca e madura, no qual se encontra presente o anidrido carbônico (borbulhas naturais) proveniente da sua fermentação. Há basicamente dois tipos de vinhos espumantes, que assim são definidos segundo a sua forma de elaboração: o espumante e o moscatel espumante (BRUCH, 2012).

O espumante moscatel, ao contrário do espumante tradicional, passa apenas por uma fermentação dentro de um grande recipiente (autoclave), o qual também não permite que o



anidrido carbônico seja eliminado. Ele também é conhecido por ser elaborado pelo método Asti, pois é assim que se fazia este produto na região piemontesa de Asti, na Itália (BRUCH, 2012).

Este tipo de bebida, segundo a legislação brasileira, é o vinho com graduação alcoólica de 7% v/v a 10% v/v, com pressão mínima de três atmosferas, e cujo dióxido de carbono é proveniente de uma única fermentação alcoólica do mosto de uvas com sabor moscato (EMBRAPA, 2005).

A técnica de vinificação procura conservar no vinho o aroma característico da uva Moscato, interrompendo a fermentação alcoólica e estabilizando o vinho com teor elevado de açúcar. Para controlar essa evolução, o vinho é submetido a clarificações e filtrações, operações repetidas cada vez que a fermentação adquire ritmo acelerado, eliminam-se, assim, a maior parte das células de leveduras e com elas as substâncias nitrogenadas assimiláveis, conferindo ao vinho a estabilidade biológica desejável (EMBRAPA, 2005).

O objetivo do presente trabalho foi realizar um projeto de uma vinícola para produção de vinho moscatel espumante a partir de uva moscato. A indústria teria o nome fictício de Vin Peliatti, a qual produziria vinho espumante para o público em geral com mais de 18 anos e que possa ingerir bebidas alcoólicas.

2. MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente fez-se a escolha do tipo de espumante para o projeto. Para isso, realizou-se o estudo da viabilidade econômica, a elaboração do potencial econômico para cada rota estudada, valores e quantidades de matéria prima e açúcar, assim como para as saídas de espumante, sendo o preço de custo do produto final comparado com o valor comercial de uma garrafa de 750mL. Após escolhida a melhor rota, definiu-se a implantação da indústria em Gramado-RS na serra gaúcha, obteve-se conhecimento de todas as matérias-primas, produtos, subprodutos e resíduos gerados na produção, assim como os equipamentos a serem utilizados.

Após, fez-se possível calcular o balanço de massa para todos os equipamentos empregados na produção do vinho espumante moscatel. Para isso, obteve-se a quantidade de

100.000 garrafas de espumante como produção anual, de 750 mL, sendo 6250 L mensal. A partir da Equação 1 fez-se possível realizar os cálculos de balanço de massa, os quais foram iniciados pelos equipamentos encontrados no final da linha produtiva até chegar ao primeiro equipamento.

$$m_{acúmulo} = m_{entrada} - m_{saída} + m_{geração} - m_{consumo}$$

Equação 1

sendo as massas de entrada, saída, geração, consumo e acúmulo em kg.

Para os cálculos, usaram-se dados da literatura, como massa específica da água e do vinho espumante, porcentagens de bagaço e engaço de uva, dados de conversão, perda de massa nos equipamentos e as composições das correntes de entrada e saída.

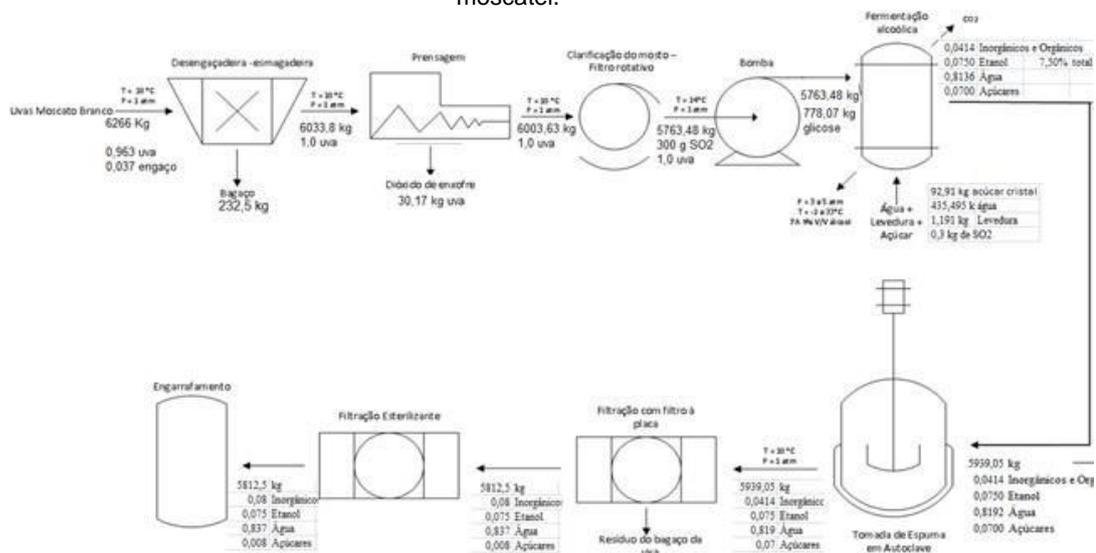
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



As escolhas das rotas foram baseadas na popularidade da comercialização das espumantes e da qualidade das mesmas. De acordo com os resultados do potencial econômico, identificou-se que a espumante que gerou melhor potencial econômico foi a Brut, mas de acordo com a popularidade de comercialização e apreciação do sabor foi escolhida para o projeto a Espumante Moscatel, a qual também teve resultados satisfatórios. Elaborou-se o logotipo e embalagem do produto e determinou-se a localização da empresa em Gramado/RS, de nome VIN PELIATTI com produção de 100 mil garrafas/ano.

Após, elaborou-se o diagrama de operações da produção do vinho espumante moscatel, no qual foi possível especificar quais as operações unitárias envolvidas no processamento do produto, representando os equipamentos mais adequados para a realização destas etapas, como é possível visualizar na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de operações e balanço de massa do processo de fabricação de vinho espumante moscatel.



(Fonte: Os Autores).

No diagrama de operações tem-se desde a entrada da matéria prima até a saída do produto final, envolvendo diversos equipamentos a temperaturas e pressões, assim como entradas e saídas de alguns componentes durante o processo. A partir deste diagrama, pôde-se então realizar o balanço de massa para cada equipamento, no qual se determinaram as quantidades de matéria-prima e dos produtos secundários gerados no processo, resultados que podem ser encontrados na Figura 1.

Para o balanço de massa inicialmente considerou-se uma produção anual de 100.000 garrafas de 0,75 L ao ano, resultando em 75000 L/ano. Identificou-se que será produzido uma batelada de vinho moscatel espumante por mês, sendo que cada uma terá a produção de 6250 L,



valor que em massa corresponde a 5812,5 kg de espuma, sendo a densidade do vinho moscatel espumante igual a 930 kg/m³.

Definiu-se a quantidade de engaço contida na uva, sendo que segundo Costa e Belchior (1972) referem-se que para produzir 100 litros de vinho branco obtêm-se 317 kg de subprodutos, com 4 kg de engaço. Assim, determinou-se que 232,5 kg é a quantidade de engaço retirada no equipamento. Empregando-se o balanço de massa global, definiu-se que entram 6266,3 kg de uva moscato branco e saem 6033,8 kg.

Com a realização do balanço de massa de todo o processo, verificou-se que para a produção de 6250 L vinho espumante moscatel são necessários 6266,3 kg de cachos de uva moscato branca, 778,07 kg de açúcar, 1,191 kg de levedura, 397,6 kg de etanol (6,7%) e 435,5 kg ou L de água. Além disso, notou-se que são produzidos 429,84 kg de resíduo, sendo 232,5 kg de engaço, 30,17 kg de bagaço de uva, 167,17 kg de borra de vinho.

6. CONCLUSÃO

A partir deste artigo pode-se verificar o processo produtivo utilizado para fabricação do vinho espumante moscatel, assim como sua viabilidade econômica, onde se realizou o balanço de massa para cada equipamento, encontrando a quantidade de uva necessária para produção de

100.000 garrafas de 0,75 L por ano sendo 6250 L de vinho espumante por mês, correspondendo ao valor de 5812,5 kg em massa de espuma.

Com 6266,3 kg de uva moscato branco, determinou-se 232,5 kg de resíduo do engaço, obtendo-se 6003,63 kg de matéria-prima na saída. Calculou-se também a quantidade de etanol formado na fermentação com a glicose presente na uva, assim sendo 397,6 kg de etanol, representando em porcentagem de 6,7% etanol no processo.

REFERÊNCIAS

BRUCH, K. L. **Nem tudo que borbulha é ESPUMANTE**. 2. Ed. Revista e Atualizada. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2012.

COSTA, J.E.; BELCHIOR, A.P. **Laboraço e utilizaço dos produtos secundários da vinificaço**. Relatório nacional, Lisboa, 1972.

EMBRAPA. **Sistema de Produço de Vinho Moscatel Espumante**. Uva e vinho. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoMoscateleEspumante/custos.htm>. Acesso em 8 de outubro de 2020.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 10.970. **Produço, circulação e comercializaço do vinho e derivados da uva e do vinho**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.970.htm. Acesso em 8 de outubro de 2020.

TIVELLI, Sebastião Wilson *et al.* Beterraba: do plantio à comercializaço. **Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011.

VULIC, Jelena *et al.* Antioxidant and cell growth activities of beet root pomace extracts. **Journal of functional foods**, Serbia, n.4, p. 670-678, 2012.



PROJETOS DA INDÚSTRIA QUÍMICA: INDÚSTRIA DO WHISKY LUCY'S GOLD

Lucieli Miranda Mosqueira ^{1*}, Glauber Júnior dos Santos¹, Gabriela Benchimol Garcia ², Enrique Chaves Peres¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química
*luciele10_@hotmail.com

Área do Trabalho: Processos Industriais.

RESUMO

Dentre as bebidas destiladas de maior preferência encontra-se o Whisky, segunda bebida mais consumida no Brasil, a qual, é uma bebida produzida pela destilação de cereais fermentados. Os principais grãos usados na produção de whisky são milho, cevada, trigo e centeio. O processo de produção consiste principalmente nas operações de preparo do substrato, mosturação, fermentação e destilação. O objetivo deste trabalho foi realizar o estudo da implementação de uma indústria de Whiskey tendo como matérias primas, o centeio, a cevada e o trigo. Posteriormente, tomou-se conhecimento de todas as matérias-primas, subprodutos e resíduos gerados no processo. Logo, plotou-se o diagrama de operações da fabricação do Whiskey, no qual foi especificado as etapas da produção até seu produto final. Realizou-se os dimensionamentos dos equipamentos, seguido dos cálculos de balanço de massa, na qual tornou possível determinar as quantidades de matéria-prima gerada no processo de fabricação. Com isso, obteve-se uma quantidade mínima de compostos orgânicos de 7,64 kg e uma quantidade satisfatória de etanol de 110,70 kg e água de 78,90 kg.

Palavras-chave: *destilação, whiskey, projeto.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o período do descobrimento até a atualidade as bebidas alcoólicas tem sido registradas como de alta predileção e consumo em todo o mundo. Dado que em 2018, a Organização Mundial da Saúde apresentou como 6,4 litros a estimativa de consumo mundial per capita de álcool puro, enquanto que no Brasil, já em 2016, este valor foi de 7,8 litros, ou seja, acima da média mundial. Ainda, no Brasil, aponta-se que as bebidas destiladas, vinhos e cervejas representam 99% do consumo dos brasileiros (GOMES et al., 2020). No meio de tantas bebidas alcoólicas, é interessante sabermos que é produzido e consumido o mesmo volume de pinga do que whisky.

Os três Whisky's mais comuns e conhecidos atualmente são Iceland, Bourn e Tennessee. Os whiskeys do Tennessee têm uma característica única por passarem por uma filtragem através de uma grossa camada de carvão antes de ser colocado nos barris. Este processo faz com que, um whiskey mais puro entre em contato com a madeira, extraindo mais sabores do tonel, com um resultado final próprio e característico. O Jack Daniel's é o Tennessee whiskey mais conhecido (ALEXANDRE et al., 2017).

Diante disso, este trabalho teve por objetivo elaborar um projeto de graduação em Engenharia Química de uma unidade de produção de bebida destilada (o whisky) a partir de cereais como milho, cevada e centeio, afim de produzir o mesmo de intuito Tennessee.



2. MATERIAL E MÉTODO

Primeiramente, fez-se o estudo das rotas dos tipos de Whiskey's, afim de escolher as matérias-primas a ser utilizada. Seguidamente, definiu-se o local da indústria, e fez-se os cálculos de toda a matéria-prima a ser utilizada, equipamentos, gastos e resíduos restantes do processo. Logo, construiu-se o diagrama de operações.

Após a construção do diagrama, calculou-se o balanço de massa para todos os equipamentos empregados no processo de fabricação do Whiskey. Foi estipulado 1 barril de 250 L para cada whiskey. Utilizou-se a Equação 1, para a realização dos cálculos. Os cálculos foram realizados para o dimensionamento dos equipamentos, afim de se obter os valores das massas de entrada e saída, geração, consumo e acúmulo.

$$=m_{entrada} - m_{saída} + m_{geração} - m_{consumo}$$

Equação 1

Para a determinação dos cálculos de balanço de massa, recorreu-se os dados de massa específica para cada matéria-prima, dados de conversão, porcentagem de perda de cada equipamento, massas molares e composições das correntes de entrada e saída.

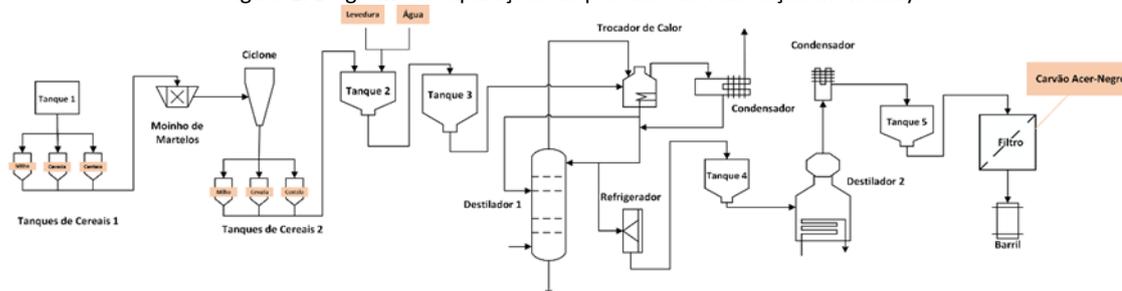
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa analisou-se as rotas, para a escolha do produto e conseqüentemente a indústria de operação para a obtenção do mesmo. A ideia inicial foi de criar uma indústria especializada em bebidas, sendo que o produto escolhido foi o whisky. Com a escolha do produto pode-se avaliar o mercado ao qual o whisky está inserido e averiguar a melhor rota para a obtenção de um produto de qualidade. Sendo que as rotas avaliadas foram do Scotch Whisky single malt, Irish Whisky single malt e a rota do American Whiskey tipo Tennessee.

Primeiramente, escolheu-se o produto justamente por suas matérias-primas que são o milho, cevada e centeio. Como a indústria será em solo santo-angelense e a região é conhecida pela grande produção de milho, fica bastante evidente um dos motivos da escolha. Outro motivo, seria a proximidade do clima do Tennessee (principalmente no verão) e também não ter que fabricar o produto na Europa, para vendê-lo em solo brasileiro.

Logo, realizou-se o diagrama de operações do processo de fabricação do Whiskey, no qual foi possível especificar os equipamentos e operações envolvidas no processamento e obtenção do produto. Na Figura 1, pode-se observar o diagrama de operações do processo de fabricação do Whiskey.

Figura 1. Diagrama de Operações do processo de fabricação do Whiskey.



(Fonte: os Autores).

Inicia-se o processo com a adição dos cereais, que são basicamente o whiskey. Os mesmos são adicionados em tanques de coletas, onde posteriormente serão processados no moinho de



martelos. Ao moer as matérias-primas no moinho de martelos, elas serão submetidas a uma separação no ciclone. Após a separação, encaminha-se os cereais em outros tanques de coletas, e posteriormente adiciona-se de forma misturada o milho, o centeio e a cevada em tanques. Nesta etapa são adicionados água e levedura. Onde acorrerá o processo de fermentação do whisky.

Pode-se considerar como a primeira fase a adição dos cereais nos tanques até a fermentação do whisky. A segunda parte seria da primeira destilação até o armazenamento do barril, como está descrito na Figura 1. Algumas etapas estão em processo de pesquisa, ou seja, alguns equipamentos não se encontram com sua funcionalidade real. Entretanto, afirma-se que os destiladores fazem as separações das misturas, que seriam da água e do etanol. Outro ponto interessante é que na primeira destilação os compostos mais pesados seriam retirados e na segunda destilação seria uma espécie de refino do produto, assim resultando em um whisky mais “puro”. Quanto aos condensadores sua função é a retirada dos produtos mais voláteis. O trocador de calor faz a troca de calor de um fluido ou vapor.

Após a primeira destilação o produto passa por uma refrigeração, posteriormente é armazenado em um tanque, e em seguida ocorre a segunda destilação, como foi citado anteriormente. Novamente é condensado e armazenado em um outro tanque, para finalmente ser filtrado em um tanque com carvão Acer-Negro e armazenado em um barril.

Posteriormente, pode-se realizar os cálculos de balanço de massa para cada equipamento utilizado no processo do Whiskey. Para os cálculos de balanço de massa, iniciaram-se pelos tanques 1 e 2 de fermentação, onde calcularam-se as massas de milho, centeio e cevada. Na Tabela 1, apresenta os valores de massa molar e quantidades dos compostos a serem utilizados para o balanço de massa.

Tabela 1. Valores molares dos compostos do Whisky

| Substâncias | MM | Dados n1 | n2 |
|-------------|-----|-------------|------|
| Glicose | 180 | - | 0,34 |
| Etanol | 46 | 0,69 | 1,71 |
| CO2 | 44 | - | - |

(Fonte: o Autor).

Após todos os cálculos, no balanço de massa obteve-se no barril uma quantidade mínima de compostos orgânicos de 7,64 kg e uma quantidade satisfatória de etanol e água, 110,70 kg e 78,90 kg, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo elaborar um projeto de graduação em Engenharia Química de uma unidade de produção de bebida destilada (o whisky) a partir de cereais como milho, cevada e centeio, afim de produzir o mesmo de maneira mais rentável e de maior valor agregado.

Por meio da avaliação das possíveis rotas de produção, buscou-se a melhor opção a ser utilizada por suas características econômicas e bom rendimento, chegando desta forma a escolha do whisky tipo Tenesse, tendo em base o whisky Jack Daniel's por ser o mais conhecido.

Também procurando através dos resultados obtidos no dimensionamento dos equipamentos, balanços de massa e energia foi possível observar uma quantidade mínima de compostos orgânicos de 7,64 kg e uma quantidade satisfatória de etanol de 110,70 kg e água de 78,90 kg. Por fim, com todos os resultados obtivemos um custo elevado de capital de investimento e de capital de giro, em aproximadamente 6 anos, que a indústria conseguirá alcançar uma margem de lucro considerável para estabelecer-se no mercado.



REFERÊNCIAS

BORGES, E. P. **Whisky e como apreciá-lo**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2011. Alcoholic Drinks in Brazil: industry overview. London: Euromonitor Internacional, 2006.

GOMES, W. P. C.; YOSHINAGA, F.; BORTOLETO, G. G. Determinação de álcoois em bebidas comerciais por cromatografia gasosa e amostragem por headspace. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 1, p. 111-12, 2020.



PROJETO DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL 70% A PARTIR DO MILHO

Bruna Schons Griep¹, Emanuelli de Melo Müller¹, Joceane Kaspar¹, Letícia Andreola¹, Enrique Chaves Peres¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI-Santo Ângelo, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Curso de Engenharia Química
*leticiaandreola@aluno.santoangelo.uri.br

Área do Trabalho: Processos Industriais.

RESUMO

O etanol atua como desinfetante e antisséptico, sendo a concentração mais eficaz contra microrganismos a de 70%, isso porque, há necessidade de um percentual de água na composição desse produto para que a evaporação do álcool não seja imediata. Em meio à pandemia do COVID-19 a busca pelo etanol cresceu muito, o que ocasionou num esgotamento desse produto e também na busca por alternativas para a produção do mesmo. O etanol pode ser obtido a partir do processamento e fermentação de diferentes matérias-primas. Com isso, o objetivo deste projeto foi a implantação de uma indústria de álcool 70%, levando em conta o potencial econômico, bem como os equipamentos a serem utilizados e seus dimensionamentos. Após os estudos realizados do projeto de indústria de álcool 70%, verificou-se que a partir de uma batelada com alimentação de 2500 kg de milho pode-se obter, ao final, um destilado de etanol de 789 kg. Com isso, nota-se ser um projeto de indústria viável, gerando lucro após um curto período de tempo.

Palavras-chave: *etanol, destilação, milho.*

1. INTRODUÇÃO

Em meio à pandemia do COVID-19 a busca pelo etanol cresceu muito, o que ocasionou num esgotamento desse produto e também na busca por alternativas para a produção do mesmo. Em termos biológicos, os álcoois, em especial o etanol, se apresentam como agentes de ação biológica de largo espectro, podendo agir sobre bactérias, fungos e vírus. Quando se tratam das ações viricidas, estes apresentam uma ação bastante eficaz. Devido as suas composições químicas, uma das explicações viáveis para o modo de atuação dos álcoois sobre os vírus pode estar relacionada à desnaturação das proteínas que os compõem (LIMA *et al.*, 2020).

O etanol (CH₃CH₂OH), ou álcool etílico, pode ser obtido a partir do processamento e fermentação de cana de açúcar, milho, beterraba e batata, entre outros. O milho assume cada vez maior importância no Rio Grande do Sul, pela rotação e diversificação de culturas e pela sustentabilidade das propriedades (BERGAMASCHI, 2014). Seu uso industrial é muito amplo, o milho é largamente utilizado na indústria alimentícia, produção de elementos colantes, produção de óleo e também na produção etanol.

Diante disso, esse trabalho objetiva avaliar as rotas de produção do álcool 70% antisséptico, tendo em vista a viabilidade econômica das mesmas, bem como os produtos e equipamentos utilizados para a sua produção, visando à fabricação de um álcool de qualidade e preço acessível ao consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODO

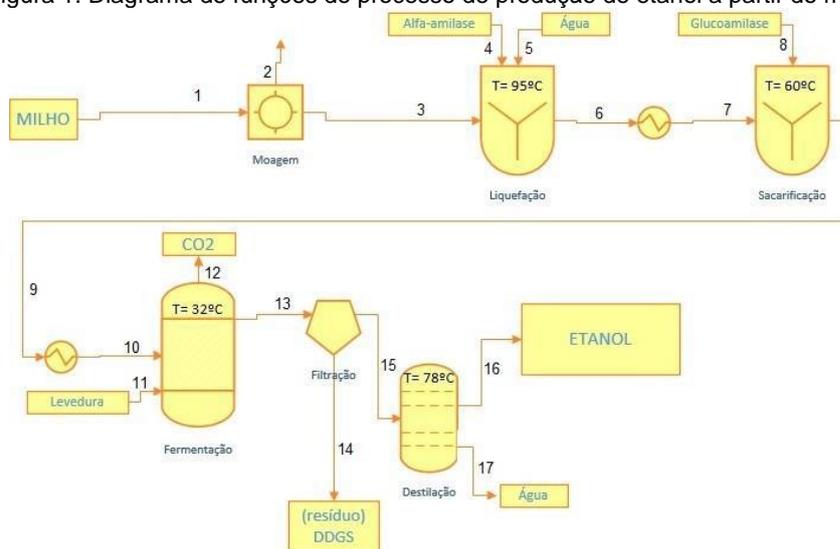
Inicialmente, realizou-se o estudo da viabilidade econômica para três rotas de processos de produção de etanol: a partir do milho, batata doce e mandioca. Esta análise teve como objetivo analisar quais matérias-primas e quantidades das mesmas são necessárias para produzir 1000 L de etanol por dia, além de analisar as despesas totais, receita bruta e líquida. Em seguida, foi escolhida a rota que gerou maior lucro, definiu-se o local de implantação da indústria, e tomou-se conhecimento de todas as matérias-primas, subprodutos e resíduos gerados no processo, além das condições de operação dos equipamentos a serem utilizados, os quais foram representados em um diagrama de operações.

A partir do diagrama de operações, foram realizados os balanços entálpicos do processo de produção, utilizando a entalpia dos compostos do processo e, realizou-se o dimensionamento dos equipamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da realização da viabilidade das rotas econômicas, o milho se destacou. A rota de produção a partir do milho apresentou maior receita líquida, além de que a produção do milho na região Centro-Sul é bastante elevada, sendo o RS um dos maiores produtores e estocadores da região, possibilitando assim, a redução dos custos da matéria-prima. Por isso, se escolheu a região de implantação, como sendo Santo Ângelo/RS. A partir disso, a Figura 1 apresenta o diagrama de funções do processo.

Figura 1. Diagrama de funções do processo de produção de etanol a partir do milho.



(Fonte: as Autoras).



Com o diagrama de funções e suas respectivas correntes realizou-se o balanço de massas. O balanço de massa, de acordo com Felder (2012), possibilita verificar se as reações químicas, ou operações unitárias desenvolvidas no equipamento estão ocorrendo de forma correta, como por exemplo, a quantidade de produto produzido, as perdas ou acúmulos, o consumo de reagentes e a eficiência do processo como um todo.

Desse modo, com o balanço de massa do processo verificou-se que para uma produção de 1000 L de etanol 70% precisa-se de 2500 kg de milho. Primeiramente é feita a moagem do grão, levando em consideração uma perda de 3%. Além disso, o milho possui composição de 51% de amido, ou seja, 1236 kg que reage, em tese, totalmente com a alfa amilase (0,625 kg que corresponde a 0,25 ton/L) e glucoamilase (1 kg que corresponde a 0,4 ton/L). Como também, 14% da composição do milho corresponde a água, cerca de 383 kg, e o restante da composição do milho foi considerada como componentes orgânicos. Na fermentação, obteve-se 1541 kg de glicose, entretanto 304 kg não reagiram, como também, resultou da reação 753 kg de CO₂ e 789 kg de etanol juntamente com componentes orgânicos. Após, é realizada a filtração, obtendo 824,5 kg de resíduo que pode ser comercializado também. E ao final é destilado o etanol para se obter a composição de 70%, resultando no topo 789 kg de etanol, 338 kg de água e no fundo 25 kg de água e componentes orgânicos.

Posteriormente, foi realizado o balanço energético, obtendo para o tanque de liquefação ΔH positivo de 1661767 KJ, para o tanque de sacarificação negativo de 1339029 KJ, para o tanque de fermentação negativo de 19176 KJ e para a coluna de destilação ΔH positivo de 163231 KJ.

4. CONCLUSÃO

Após o estudo e planejamento de uma indústria de álcool 70% na cidade de Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, chegou-se a conclusão de que o projeto é economicamente viável para a implementação. Os estudos mostram uma abundância de matéria-prima e também um aumento na demanda pelo produto no mercado.

A respeito da viabilidade da indústria, pode-se observar que a partir do quinto ano de funcionamento a indústria já começa a ter um retorno do valor investido. Esse tempo pode ser considerado relativamente curto, considerando que a vida útil dos equipamentos ultrapassa os 10 anos. Nota-se também que no primeiro ano a planta já gera um montante de \$100.000,00 operando com 100% da produção.

REFERÊNCIAS

BERGAMASCHI, Homero. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.: il.

FELDER, R. M. **Princípios elementares dos processos químicos**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LIMA, Maria L. S. O. *et al.* **A química dos saneantes em tempos de Covid-19: Você sabe como isso funciona?** Química Nova, v.43 n.5, São Paulo, 2020.