ÁBACO PARA CALIBRAÇÃO DE IMPLEMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS À LANÇO

Igor Gomes Cardoso[1] (IC)*, Ródney Ferreira Couto[2] (PQ)

1 Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central – Ciências Exatas e Tecnológicas - Henrique Santillo – Anápolis, GO, igorgomes98eng@gmail.com;
2 Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central – Ciências Exatas e Tecnológicas - Henrique Santillo – Anápolis, GO.

Resumo: A agricultura passa por momentos de constante busca por eficiência e eficácia no uso de insumos agrícolas, com o propósito de redução dos custos de produção, aumento da produtividade e mitigação dos impactos ambientais. Diane do contexto é de fundamental importância a calibração correta dos equipamentos agrícolas de distribuição de fertilizantes e corretivos. Os referidos equipamentos são amplamente utilizados nas atividades agropecuárias e para que os mesmos apliquem as dosagens recomendadas, deve-se realizar uma calibragem correta. Está atividade normalmente é realizada pelo operador da máquina com uso de tabelas complexas fornecidas pelos fabricantes e/ou com a realização de cálculos, processo que pode conduzir a erros, visto a baixa escolaridade apresentado por alguns trabalhadores. A partir do apresentado, foi construído um ábaco, na forma de N, para calibração de equipamentos de distribuição de fertilizantes e corretivos à lanço, com base na equação Q = 0,0017VLDs e nas informações contidas nos manuais dos distribuidores centrífugos. A ferramenta possibilita agilizar e otimizar os cálculos, apresentando fácil compreensão e podendo ser transportado no bolso do operador ou fixado no próprio equipamento de distribuição.
Palavras-chave: aplicação de fertilizantes e corretivos, distribuidor centrífugo, nomograma.

Introdução

Os fertilizantes e corretivos agrícolas são os insumos mais importantes, em termos percentuais, para aumentar a produtividade das culturas. Conforme ressaltado por Roberts (2009) o fertilizante comercial é responsável por cerca de 40 a 60% da produção de alimentos do mundo.

A adubação a lanço é uma alteração recente nas técnicas de aplicação utilizadas na cobertura e no pré-plantio na agricultura brasileira, porém, ainda não se tem domínio ou informações confiáveis referentes à regulagem dessas equipamentos, bem quanto à

qualidade de aplicação dessas máquinas disponíveis no mercado brasileiro (MOLIN e MEGATTI, 2003).

É comum os fabricantes de implementos de aplicação de fertilizantes e/ou corretivos fornecerem, em seus manuais, tabelas contendo as dosagens de produto possíveis de serem aplicadas em função das características dos produtos. Entretanto, a interpretação de tais tabelas é um processo trabalhoso que pode levar a erros de regulagem, além do que, não é raro os manuais das máquinas se perderem com o tempo.

Diante do contexto é interessante o agrupamento de informações, em uma única ferramenta, de tal forma a facilitar a interpretação dos parâmetros de regulagem e, consequentemente, reduzir erros. Este projeto teve como objetivo construir um ábaco, a partir de uma equação, que poderá ser utilizado como ferramenta para regulagem de qualquer máquina para distribuição de corretivos e/ou fertilizantes à lanço.

Material e Métodos

Pelo caráter matemático do projeto de pesquisa desenvolvido, os procedimentos de cálculo, propostos por Mialhe (1974), na forma de “passos”, foram utilizados para construção do ábaco. Esses “passos” constam pormenorizados em sua metodologia e consistem em: equacionar o problema; definir as condições extremas das variáveis; realizar um esquema preliminar do ábaco; encontrar os valores extremos dos suportes do ábaco; realizar a graduação dos suportes transversais e paralelos e, por fim, construir o ábaco na sua forma final.

Resultados e Discussão

Após seguir de maneira irrestrita a metodologia para elaboração de ábacos em N, proposta por Mialhe (1974), obteve-se as seguintes informações apresentadas a seguir, na qual permitiram construir a ferramenta (ábaco):

Equacionamento do problema. A equação da vazão Q a ser disponibilizada pelo distribuidor centrífugo, em função das variáveis, é a que segue:

$$Q = 0{,}0017 D_s VL \qquad (1)$$

Q = vazão, em $kg.min^{-1}$;

Ds = dosagem do produto, em $kg.ha^{-1}$;
V = velocidade de deslocamento do conjunto, em $km.h^{-1}$; e
L = largura útil de aplicação, em m.

Determinação das condições extremas. Tratando de um problema real, o intervalo de uso da equação foi determinado em tabelas contidas na norma ASAE D497.4 MAR99 (2000). As condições extremas das variáveis são: L = 36 m; V = 12 $km.h^{-1}$; D_s = 900 $kg.h^{-1}$.

Definição de um esquema preliminar. O critério de escolha da ordenação dos eixos verticais e transversais não altera o resultado final do ábaco. Todavia, optou-se por colocar as grandezas, em ordem de importância, visando informações mais fáceis de serem lançadas e interpretadas pelos operadores.

Valores extremos dos suporte-função:

suporte VL: o valor máximo de VL ocorre para V = 12 $km.h^{-1}$ e L = 36 m; portanto, o valor máximo de VL é dado por:

$$0{,}0017 \times 12 \times 36 = 0{,}72$$

suporte Q: o valor máximo de Q é obtido, multiplicando-se o máximo de VL pelo máximo de D_s:

$$0{,}72 \times 900 = 648 \approx 650 \text{ kg.min}^{-1}$$

Graduação dos suportes paralelos. O suporte paralelo VL não aparece com graduação alguma no ábaco pronto. Durante a fase de construção, todavia, foi necessário graduá-lo para permitir a graduação dos suportes transversais L e D_s.

Graduação de V: foi considerado 120 mm para representar o máximo (12 $km.h^{-1}$) de V; Logo:

$$\xi = \frac{120}{12} = 10 \text{ mm}$$

Isto é, cada 10 mm do suporte no ábaco corresponde a 1 $km.h^{-1}$ de velocidade de deslocamento do distribuidor centrífugo.

Graduação de VL: como demonstrado anteriormente o valor máximo de VL é 0,72 unidade; foi tomado de forma arbitraria o valor de 144 mm para representar 0,72 unidade de VL; logo obteve-se:

$$\xi = \frac{144}{0,72} = 20 \text{ mm}$$

Isto é, 20 mm por unidade de VL.

Graduação de Q: o valor máximo encontrado foi de 650 kg.min^{-1}; de forma arbitrária tomou-se o valor de 130 mm para representar 650 kg.min^{-1}, dessa forma:

$$\xi = \frac{130}{650} = 0,2 \text{ mm}$$

Isto é, 0,2 mm por unidade de kg.min^{-1} ou 20 mm por 100 kg.min^{-1}.

Graduação dos suportes transversais. A determinação dos pontos desses suportes foi feita de forma que seus valores, quando multiplicados por um dado valor fixo do 1° suporte, forneça o correspondente valor da função no 2° suporte, conforme observações de MIALHE (1974).

Graduação de L: foi adotado um intervalo de 6 a 60 m, sendo que a partir de 12 m de largura da faixa de deposição, a variação no eixo se deu de 12 em 12 metros, visto que este padrão é comumente encontrado nestes equipamentos. No ábaco a graduação de L foi realizada utilizando-se dos suportes verticais V e L, recorrendo-se ao trecho da equação básica (equação 1):

$$|VL| = 0,0017VL \quad (2)$$

Ao arbitrar o valor V = 5 km.h^{-1} e aplicá-lo na equação anterior obteve-se:

$$|VL| = 0,0085L \quad (3)$$

Graduação de D_s: foi realizada utilizando-se dos suportes VL e Q. Ao escolher a cota 0,72 de VL, a equação de Q passa a ser:

$$Q = 0,72D_s \quad (4)$$

Adotou-se um mínimo de 50 kg.ha^{-1} para a dosagem do produto e com isso determinou-se a escala de graduação de D_s variando de 50 até 900 kg.ha^{-1}, com intervalos de 50 kg.ha^{-1}.

A partir dos valores das duas tabelas construídas nos passos anteriores foi construído o ábaco (Figura 1).

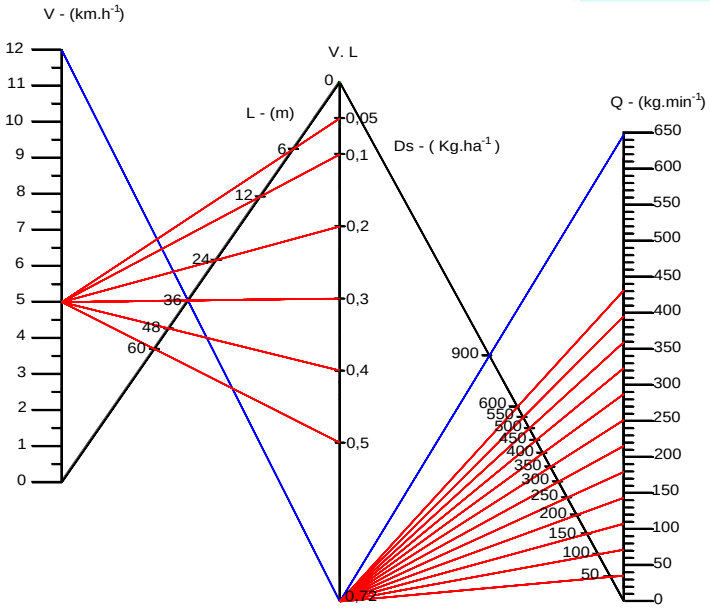


Figura 1 – Construção de nomograma para determinação da dosagem de aplicação de fertilizantes e corretivos em distribuidores centrífugos. As linhas auxiliares representadas nas cores vermelha e azul e a graduação do suporte paralelo intermediário (VL) não devem constar na versão final do ábaco.

Considerações Finais

Foi possível construir o ábaco em forma de N, para a equação $Q = 0{,}0017VLD_s$, com base nas informações contidas nos manuais dos distribuidores centrífugos disponíveis no mercado brasileiro e na norma ASAE D497.4 MAR99. Está ferramenta pode ser utilizada para calibração da vazão e, consequentemente, da dosagem de aplicação de qualquer distribuidor centrífugo de corretivos e/ou fertilizantes à lanço.

Referências

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management. In: **ASAE Standards 2000: standards engineering practices data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 2000. p.349 – 357 (ASAE D497.4 MAR99).

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1974. 301p.

MOLIN, JOSÉ P.; MENEGATTI, LEONARDO AA. Desempenho de distribuidora a lanço com doses variáveis de uréia. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, 2003.

ROBERTS, T.L. The role of fertilizer in growing the world's food. **Better Crops with Plant Food**, v.93, n.2, p.12-15, 2009.

Adsorção de aldeídos e compostos azo em hidróxidos duplos lamelares

Marília Simão de Oliveira[1] (IC)*, Lorranny Oliveira Lemes (PG), Yago Francisco Lopes (PG) e Renato Rosseto (PQ). [1]mariliasimaoliveira@gmail.com

Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, BR153 KM 98, Universidade Estadual de Goiás.

Resumo: Tecnologias de remoção de contaminantes têm recebido atenção devido a busca de alternativas economicamente viáveis e sustentáveis. A técnica de adsorção se destaca pela facilidade e os hidróxidos duplos lamelares (HDL) são considerados excelentes candidatos para remoção de contaminantes. Este trabalho tem como objetivo avaliar as remoções de azobenzeno, benzaldeído e o corante alaranjado de metila utilizado HDL Zn/Al e Mg/Al como adsorventes. Estudos de modelagem molecular apresentaram a localização e quantificação de orbitais de fronteira HOMO-LUMO e mapa de potencial eletrostático, sugerindo que alaranjado de metila possui maior interação com o HDL devido ao momento dipolo e orbitais HOMO, se comparado ao azobenzeno e benzaldeído. Compostos de menor polaridade neste estudo, apresentou menor porcentagens de remoção utilizando HDL Zn/Al e Mg/Al como adsorventes.

Palavras-chave: compostos orgânicos voláteis, material lamelar inorgânico, remoção

Introdução

Nos últimos anos a busca pela conservação do meio ambiente tem gerado preocupação mundial, em diferentes setores. Inúmeros contaminantes são lançados ao meio ambiente, muitas vezes sem tratamento adequado, são toneladas de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos. Entre os rejeitos são encontrados metais pesados, pesticidas, compostos farmacêuticos, corantes sintéticos, compostos voláteis, gases nocivos à saúde, entre outros.

Entre os contaminantes, os compostos orgânicos voláteis (COV) são conhecidos por efeitos tóxicos e nocivos à saúde, como efeitos cancerígenos ou mutagênicos, de forma que diferentes fontes de COV tem sido estudada como por exemplo tintas, produtos de limpeza, tecidos, persianas entre outros (SENTHILNATHAN et al., 2018). Os aldeídos quando presentes no ar/atmosfera podem contribuir para diferentes doenças como câncer, asma, entre outras (VILLANUEVA et al., 2015). No tratamento de remoção dos compostos orgânicos

voláteis são utilizadas técnicas de condensação, processos oxidativos, absorção, adsorção, catálise e outros (ZHANG et al., 2017).

Outro contaminante em potencial são os corantes. São amplamente utilizados em indústrias têxteis, cosméticas, de tintas, farmacêuticas, indústrias de papel e plásticos, entre outros. Pequenas quantidades de corantes podem colorir grandes volumes de águas. Devido à sua estrutura complexa torna-se difícil de tratar efetivamente usando processos tradicionais (HAN et al., 2016).

Entre os corantes utilizados mundialmente, os compostos que pertence à classe do azo corante são contaminantes perigosos para o ecossistema aquático e os seres humanos. Alguns métodos para o tratamento de corantes orgânicos têm sido implantados, incluindo degradação fotocatalítica, filtração por membrana, processos oxidativos, adsorção, entre outros (HASSANI et al., 2017).

Todavia, como uma estratégia para tratamento e controle eficiente de contaminantes é técnica de adsorção, considerada uma técnica viável devido sua capacidade de recuperar e reutilizar o adsorvente (ZHANG et al., 2017). Entre os adsorventes são usados para o tratamento de remoção de contaminantes são usados carvão ativado, membranas, zeólitas e entre eles os hidróxidos duplos lamelares.

Os hidróxidos duplos lamelares (HDL), também conhecidos como argilas aniônicas, são formados pelo empilhamento de camadas de hidróxidos mistos de cátions divalentes e trivalentes, formando lamelas coordenado a moléculas de água e um ânion interlamelar. Possuem elevada capacidade de troca iônica, estabilidade térmica, possibilidade de combinações de cátions, podem ser preparados a baixo custo, são facilmente regenerados para reutilização e são muito utilizados para remoção de contaminantes (CONCEIÇÃO et al., 2007; YANG et al., 2016; SANTOS et al., 2017).

Na busca por métodos de remoção dos aldeídos e compostos azo, os hidróxidos duplos lamelares se apresentam como alternativa em potencial para remoção de contaminantes. Este trabalho tem como objetivo avaliar as remoções e

entender a natureza da adsorção de azobenzeno, benzaldeído e do corante alaranjado de metila utilizando HDL Zn/Al e Mg/Al como adsorventes.

Material e Métodos

As sínteses dos HDL de Zn/Al e Mg/Al (2:1) foram realizados através do método de co-precipitação (KHAN et al., 2009). Na síntese uma solução aquosa contendo NaOH e Na_2CO_3 são dissolvidos em água, e adicionado vagarosamente a solução contendo $Zn(NO_3)_2.6H_2O$ e $Al(NO_3)_3.9H_2O$. O meio reacional é aquecido a 80°C/20hr, sob agitação magnética. O produto foi lavado e seco em estufa a 100°C/ 4h. A síntese do HDL Mg/Al é análoga. Parte do produto foi calcinado a 500°C/4 h. O HDL sintetizado foi caracterizado por difração de raios-X (USP) e espectroscopia na região do infravermelho na Universidade Estadual de Goiás.

Já o procedimento computacional foi realizado usando o programa de química quântica Gaussian09, usando o método da teoria do funcional da densidade com o funcional B3LYP e a função de base 6-31G, para calcular as propriedades eletrônicas das moléculas.

Para os ensaios de remoção foram usados uma solução de benzaldeído em etanol 0,0025%, a partir da solução de 0,05 mL de benzaldeído P.A em etanol 96%, solução de o azobenzeno 20 $mg.L^{-1}$ em etanol, e solução aquosa de alaranjado de metila 30 $mg.L^{-1}$ na presença de 10 mg de HDL, em agitação magnética e temperatura ambiente. As remoções foram acompanhadas por espectrofotometria eletrônica na região do UV-Vis.

Resultados e Discussão

Os HDL Zn/Al e Mg/Al na análise de difração de raios-X apresentaram planos cristalinos (003), (006) e (009) bem definidos e intensos, que indicam a boa cristalinidade do material. O espaçamento lamelar foi calculado usando a equação de Bragg, e o valor encontrado foi de $d_{(003)}$= 7,58 Å para HDL Zn/Al-CO_3 e $d_{(003)}$= 7,53Å para o HDL Mg/Al-CO_3, valores estes próximos ao encontrado na literatura, com

d= 7,57Å - 7,78 Å para o HDL Zn/Al-CO3 e 7,43 Å - 7,60Å para o HDL Mg/Al-CO_3 (SHAN et al.,2015).

A análise de espectroscopia vibracional na região do infravermelho para HDL Zn/Al e Mg/Al apresentaram bandas características centradas em aproximadamente 3392 cm^{-1} atribuídas as hidroxilas e águas de hidratação e a banda fraca na região 1624 cm^{-1} atribuída a moléculas de água interlamelares. Uma banda forte, intensa em 1364 cm^{-1} refere-se aos estiramentos do carbonato e a bandas por volta de 777 cm^{-1} é característica da ligação metal-oxigênio (DARMOGRAI et al., 2015).

Nos ensaios de remoção, o benzaldeído foi o aldeído utilizado, uma vez que a molécula apresentou absorção na região do UV-vis, com banda de absorção centrada em 245. Já o azobenzeno apresenta banda centrada em 321 nm, e o alaranjado de metila em 465 nm, sendo assim possível acompanhar a remoção dessas moléculas por espectroscopia na região do UV-Vis. Os ensaios de remoção do benzaldeído 0,0025%, azobenzeno 20 mg. L^{-1} e alaranjado de metila na presença HDL Zn/Al, Mg/Al (calcinados), são apresentados a seguir, na Tabela 1.

Tabela 1-Remoção do benzaldeído, azobenzeno e alaranjado de metila 30 mg. L^{-1} usando o HDL Zn/Al e Mg/Al calcinados.

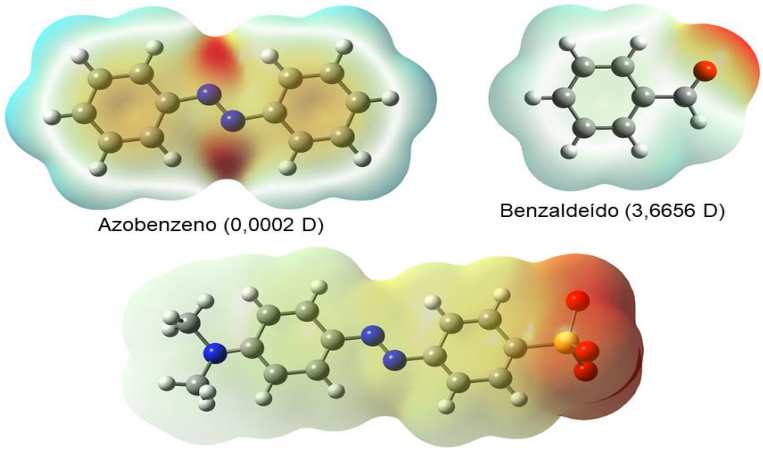
Benzaldeído			**Azobenzeno**		**Alaranjado de metila**	
Tempo	**Absorbância/ % de remoção**		**Absorbância/ % de remoção**		**Absorbância/ % de remoção**	
	HDL Zn/Al	**HDL Mg/Al**	**HDL Zn/Al**	**HDL Mg/Al**	**HDL Zn/Al**	**HDL Mg/Al**
0 min	1,62 /-	1,62 / -	2,57 /-	2,57 / -	2,16/-	2,16/-
30 min	1,49 / 9%	1,45 / 12%	2,28/ 11%	2,35 / 9%	0,62/70%	1,77/18%
1h	1,37 / 18%	1,35 / 20%	2,29/ 11%	2,29 / 11%	0,02/99%	0,84/61%
3 h	1,33 / 22%	1,28 / 27%	1,27/ 12%	2,25 /12%	0,02/99%	0,02/99%
24 h	1,33/ 22%	1,37 / 18%	2,22/ 14%	2,27 / 12%	0,02/99%	0,02/99%

As cinéticas de adsorção/dessorção dos aldeídos acompanhadas por espectroscopia eletrônica no UV-vis representam resultados satisfatórios, uma vez que o benzaldeído não possui carga aniônica ou catiônica.

Os dados da remoção indicam que o benzaldeído é removido pelos HDL Zn/Al e Mg/Al com valores de remoção bem próximos, semelhante a remoção do azo, porém com valores de remoção menores se comparado ao benzaldeído, indicando uma maior interação do benzaldeído com a matriz inorgânica. Buscando entender a remoção/adsorção da molécula azobenzeno foi escolhida para ensaios de remoção devido a sua estrutura, sem cargas, considerando o azobenzeno uma molécula modelo, com estrutura semelhante ao alaranjado de metila (AM), espécie aniônica, com grupamentos metila e sulfonato. O corante AM é amplamente estudado e inúmeros trabalhos como altos valores de remoção usando HDL (GUO et al. 2017), e nas condições do estudo o alaranjado de metila apresentou remoção de 99% em 3h, em ambos HDL.

Muitos estudos apresentam o HDL como adsorventes de compostos com carga, indicando uma adsorção por interação eletrostática. Na tentativa de buscar entender a natureza das remoções realizou-se um breve estudo de modelagem teórica para prever o mapa de potencial eletrostático, apresentado na Figura 1, a seguir.

Figura 1- Mapa de potencial eletrostático



O mapa de potencial eletrostático apresenta a distribuição de carga nas moléculas em 3 dimensões (Figura 1) ao qual as regiões em vermelho, são as regiões negativas nas moléculas, onde se concentraram maior densidade eletrônica, no N e O nas moléculas de azobenzeno e benzaldeído, respectivamente, e regiões em azul são positivas, concentradas sobre os átomos de H e C em ambas as moléculas. Outro parâmetro a ser utilizado é o momento de dipolo do composto, ao qual pode predizer a natureza polarizada da molécula. Nosso estudo teórico, mostrou que para o azobenzeno o valor é de 0,0002 D, 3,6656 D para o benzaldeído e para o alaranjado de metila o valor do momento de dipolo é 33,6534 D. Os valores de momento de dipolo para as duas moléculas temos que o benzaldeído tem o momento de dipolo maior que o azobenzeno, porem o alaranjado de metila possui momento dipolo bem mais alto, indicando que a molécula é mais polarizada.

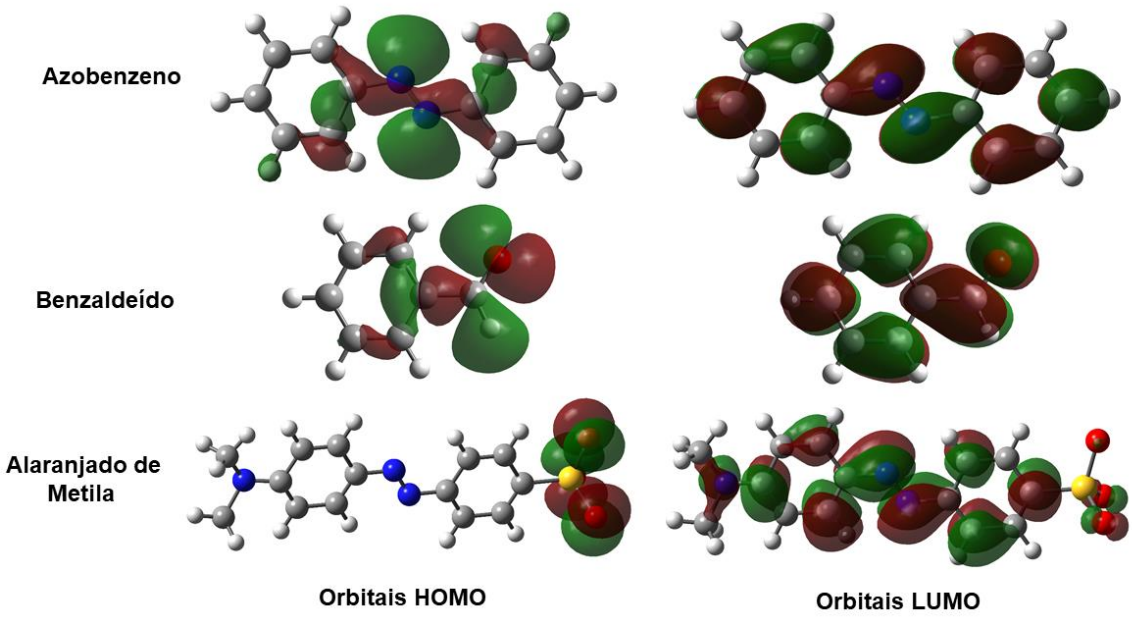
Já as análises dos orbitais moleculares HOMO e LUMO, segundo Saleh, Al-Saadi e Gupta (2014), os orbitais HOMO e LUMO podem fornecer informações sobre a tendência da molécula em doar e receber elétrons, respectivamente, e ainda algumas previsões sobre o mecanismo de adsorção. A Tabela 2 apresenta as energias calculadas dos orbitais HOMO, LUMO e gap das moléculas.

Tabela 2- Energias HOMO, LUMO e gap das moléculas

Composto	**Azobenzeno**	**Benzaldeído**	**Alaranjado de Metila**
E_{HOMO} (eV)	-5,96827614	-6,99333	-1,55812457
E_{LUMO} (eV)	-2,26426051	-1,9023489	-0,174152939
Gap (eV)	3,70401563	5,0909811	1,3839716

O GAP de energia para o azobenzeno foi de 3,704 eV e para o benzaldeído 5,090 eV. Altos valores de gap indicam maior estabilidade e reatividade da molécula, porém o benzaldeído apresenta um dipolo maior que azobenzeno.

Figura 2- Orbitais HOMO e LUMO



O valor do HOMO para o alaranjado de metila é maior que comparado ao azobenzeno e benzaldeído. Os orbitais HOMO fornecem informações sobre a capacidade de doador de elétrons, e as representações do orbitais indica que o HOMO (Figura 2) no corante AM está localizado no grupamento -SO_3, sugere-se que a interação entre AM e HDL ocorra majoritariamente pelo grupamento sulfonato. Para o azobenzeno, os orbitais HOMO estão mais centrados no -N=N- e no benzaldeído no seu grupo aldeído. O HDL quando usado para remover contaminantes apresenta maior interação com moléculas que possuem altos valores de momento de dipolo de energia do orbital HOMO, que facilita a interação absorbato-adsorvente.

Considerações Finais

As remoções de contaminantes usando o HDL calcinados como adsorvente podem depender de alguns fatores como a distribuição de densidade de carga nas moléculas. A eficiência de remoção de benzaldeído nas cinéticas de adsorção/dessorção apresentou resultados relevantes, indicando que os hidróxidos

duplos lamelares podem ser usados para a remoção dos compostos orgânicos neutros. Entretanto, a remoção de compostos com maiores densidades de carga e maior capacidade de doadora de elétrons, apresentaram maiores capacidade de remoção de contaminantes.

As próximas etapas do trabalho visam o estudo de modificações na estrutura do adsorvente para uma remoção mais eficiente de compostos neutro e/ou com menores densidades de carga.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás, a PRP, e as agências de fomento CNPq e CAPES.

Referências

CONCEIÇÃO, L.; PERGHER, S. B. C.; MORO, C. C.; OLIVEIRA, L. C. A. Compósitos magnéticos baseados em hidrotalcitas para a remoção de contaminantes aniônicos em água. **Química. Nova.**, Vol. 30, No. 5, 1077-1081, 2007.

DARMOGRAI, G.; PRELOT, B.; LAYRAC, G.; TICHIT, D.; MARTIN-GASSIN, G.; SALLES, F.; ZAJAC, J. Study of adsorption and intercalation of orange-type dyes 77 into Mg–Al layered double hydroxide. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 119, n. 41, p. 23388-23397, 2015.

GUO, X.; YIN, P.; YANG, H. Superb adsorption of organic dyes from aqueous solution on hierarchically porous composites constructed by ZnAl - LDH/Al $(OH)_3$ nanosheets. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 259, p. 123-133, 2017.

HAN, J.; ZENG, H.Y.; XU, S.; CHEN, C. R.; LIU, X. J. Catalytic properties of CuMgAlO catalyst and degradation mechanism in CWPO of methyl orange. **Applied Catalysis A: General**, v. 527, p. 72–80, 2016.

HASSANI, E. H.; BEAKOU, B. H.; KALNINA, D.; OUKANI. E.; ANOUAR, A. Effect of morphological properties of layered double hydroxides on adsorption of azo dye methyl orange: A comparative study. **Applied Clay Science**, v. 140, p. 124-131, 2017.

KHAN, A. I.; RAGAVAN, A.; FONG, B.; MARKLAND, C.; O'BRIEN, M.; DUNBAR, T. G.; WILLIAMS, G. R.; O'HARE, D. Recent Developments in the Use of Layered Double Hydroxides as Host Materials for the Storage and Triggered Release of Functional Anions. **Industrial & Engineering Chemistry. Research**., v. 48, n. 23,10196–10205, 2009.

SALEH, T. A.; AL-SAADI, A.; GUPTA, V. K. Carbonaceous adsorbent prepared from waste tires: experimental and computational evaluations of organic dye methyl orange. **Journal of Molecular Liquids**, v. 191, p. 85-91, 2014.

SANTOS, R. M. M.; TRONTO, J.; BRIOIS, V.; SANTILLI, C. V. Thermal decomposition and recovery properties of ZnAl-CO_3 layered double hydroxide for anionic dye adsorption: Insight of the aggregative nucleation and growth mechanism of LDH memory effect. **Journal of Materials Chemistry A**, v.5, n.20, p 9998-10009, 2017.

SENTHILNATHAN, J.; KIM, K.; KIM. J.; LEE, J.; SONG, H. N. Indoor air pollution, sorbent selection, and analytical techniques for volatile organic compounds. **Asian Journal of Atmospheric Environment**, v. 12, n. 4, p. 289-310, 2018.

SHAN, R.; YAN, L.; YANG, Y.; YANG, K.; YU, S.; YU, H.; ZHU, B.; DU, B. Highly efficient removal of three red dyes by adsorption onto Mg-Al layered double hydroxide. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry and Engineering Chemistry**, v. 21, p. 561- 586, 2015.

VILLANUEVA, F.; TAPIA, A.; COLMENAR, I.; ALBALADEJO, J.; CABAÑAS, B.; MARTÍNEZ, E. Aldehyde Measurements in Indoor and Outdoor Environments in Central-Southern Spain. **Current Air Quality Issues 10**, p. 5772-60016, 2015.

YANG, Z.; WANG, F.; ZHANG, C.; ZENG, G.; TAN, X.; YU, Z.; ZHONG, Y.; WANG, H.; CUI, F. Utilization of LDH-based materials as potential adsorbents and photocatalysts for the decontamination of dyes wastewater: a review. **RSC Advances,** v. 6, n. 83, p. 79415-79463, 2016.

ZHANG, X.; GAO, B.; CREAMER, A. E.; CHENG, C. C.; LI, Y. Adsorption of VOCs onto engineered carbon materials: A review. **Journal of Hazardous Materials,** v. 338, p. 102- 123, 2017.

ANÁLISE CRISTALOGRÁFICA DA 3-(4-BROMOFENIL)-1-[3-(2-OXO-2-FENILETOXI) FENIL] PROPAN-1-ONA

***Lorraine de F. Silva[1] (IC), Renata L. G. de Paula[1] (PG), Hamilton B. Napolitano[1] (PQ)**

Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, 75132-400, Anápolis-Go, Brasil

*lorrainedefreitas123@gmail.com

Resumo: . O estudo de estruturas que já apresentam um potencial biológico auxilia na descoberta de novos medicamentos. As chalconas e seus derivados são estruturas bastante estudadas, devido ao fato de formarem o núcleo de vários compostos biológicos. As chalconas são cetonas, de forma molecular 1,3-diaril-2-propen-1-ona, caracterizadas por apresentar em sua estrutura dois anéis aromáticos separados por um sistema α-β-insaturado e uma cetona. Como as propriedades de uma molécula estão diretamente ligadas à sua estrutura, é imprescindível a utilização de métodos que permitam elucidar estruturas de moléculas que apresentam potencial biológico. A cristalografia de Raio-X é um método que vem sendo amplamente utilizado, pois permite identificar como os átomos de um cristal se organizam no plano tridimensional. Este trabalho tem como intuito elucidar a estrutura da 3-(4-Bromofenil)-1- [3-(2-oxo-2-feniletoxi) fenil] propan-1-ona através da metodologia cristalográfica, quantificar as interações que regem seu empacotamento e possibilitar a identificação de características estruturais que possam estar associadas a propriedades de interesse farmacológico. Realizada a identificação da estrutura tridimensional do composto e as interações que regem o empacotamento de seus cristais, foram identificadas duas interações não clássicas C−H···O, duas interações C−H··· π e uma interação halogenada.

Palavras-chave: Chalcona. Elucidar. Cristalografia de Raio-X. Interações.

Introdução

Nas últimas décadas houve um enorme interesse de pesquisadores em relação a compostos químicos que apresentam potencial biológico e socioeconômico. O estudo de estruturas que já apresentam um potencial biológico auxilia na descoberta de

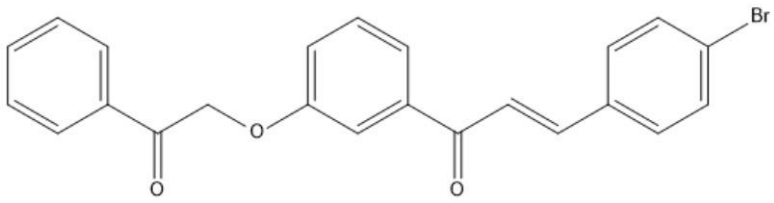
novos medicamentos. As chalconas e seus derivados são estruturas bastante estudadas, devido ao fato de formarem o núcleo de vários compostos biológicos (NECKEL, 2011). As chalconas são cetonas, de forma molecular 1,3-diaril-2-propen-1-ona, caracterizadas por apresentar em sua estrutura dois anéis aromáticos separados por um sistema α-β-insaturado e uma cetona. O composto apresenta isomeria Z e E, mas é considerado termodinamicamente mais favorável na forma E (BUZZI, 2007). As chalconas fazem parte de um importante grupo de compostos naturais, e podem ser isoladas a partir da extração de plantas ou de forma sintética, sendo a mais utilizada a síntese via condensação de Claisen-Schmidt (Fonseca, 2012) (VIEIRA, 2014). As chalconas e seus derivados apresentam vários efeitos farmacológicos, tais como efeitos analgésicos, anti-inflamatórios, antipiréticos, antimicrobianos, antimaláricos, antineoplásicos entre outros efeitos terapêuticos (BUZZI, 2007).

Como as propriedades de uma molécula estão diretamente ligadas à sua estrutura, é imprescindível a utilização de métodos que permitam elucidar estruturas de moléculas que apresentam potencial biológico (SALLUM, 2012). A cristalografia de Raio-X é um método que vem sendo amplamente utilizado, pois permite identificar como os átomos de um cristal se organizam no plano tridimensional. Devido ao fato do cristal possuir um arranjo regular e repetitivo os feixes difratados por uma única cela pode estar em sintonia com os de outra e assim promover um feixe com uma intensidade maior. A partir das intensidades e das direções desses feixes constrói-se o mapa de densidade eletrônica do cristal, que permite identificar as características estruturais almejadas (GIACOVAZZO et al., 1992). E dessa forma fornece meios para a identificação de possíveis sítios ativos (VIEIRA, 2014).

Este trabalho tem como intuito elucidar a estrutura da 3-(4-Bromofenil)-1- [3-(2-oxo-2-feniletoxi) fenil] propan-1-ona através da metodologia cristalográfica, quantificar as interações que regem seu empacotamento e possibilitar a identificação de características estruturais que possam estar associadas a

propriedades de interesse farmacológico. A Figura 1 apresenta a formula estrutural do derivado de chalcona estudado, de formula $C_{23}H_{17}O_3Br$.

FIGURA 1. Fórmula estrutural simplificada do derivado de chalcona a ser estudado.



Material e Métodos

A metodologia cristalográfica segue algumas etapas para sua realização:

A coleta de dados

O cristal é colocado em um difratômetro de raio X, no qual é possível movimentar o cristal em diferentes orientações em relação aos feixes de raios X que serão irradiados. Conforme os feixes são irradiados os raios difratados são registrados. No experimento são medidas diversas reflexões provenientes das diferentes orientações cristalinas, que resultam em uma lista de intensidades. A partir dos padrões das intensidades e direções dos feixes difratados é possível determinar os padrões de rede e a métrica, que permitem identificar os dados de simetria do cristal. A partir dos dados obtidos experimentalmente é possível através de programas computacionais, que se fundamentam em métodos estatísticos, resolver a estrutura (GIACOVAZZO et al., 1992).

Resolução da estrutura

A resolução é a etapa da construção do mapa da densidade eletrônica, através do cálculo de obtenção de fase de cada reflexão medida com auxílio do programa SHELX-2014 (SHELDRICK, 2007). Para contornar os efeitos do problema da fase é realizado o refinamento, etapa também operada por este programa que minimiza o

erro entre o fator de estrutura obtido pelo modelo proposto e o fator de estrutura experimental por meio da técnica dos mínimos quadrados (Fernandes, 2010).

Validação e análise

Após adquirir os resultados é feita uma análise para verificar se o modelo proposto possui sentido químico e evitar alterações na sua qualidade. Isso é realizado através do programa PLATON (SPEK, 2009). Além disso, também é utilizado de programas que possibilitam visualizar o empacotamento da molécula e os contatos que a estrutura possui, isso é feito com o auxílio do Mercury 3.9 (MACRAE et al., 2006) e do Ortep-3 (FARRUGIA, 2012). Os softwares citados são executados dentro da plataforma de trabalho WinGX (FARRUGIA, 2012).

Análise da superfície de Hirshfeld

A superfície de Hirshfeld será estudada para uma exploração das interações intermoleculares, para a identificação das principais interações e das possíveis interações não clássicas (MCKINNON; MITCHELL; SPACKMAN, 1998).

Resultados e Discussão

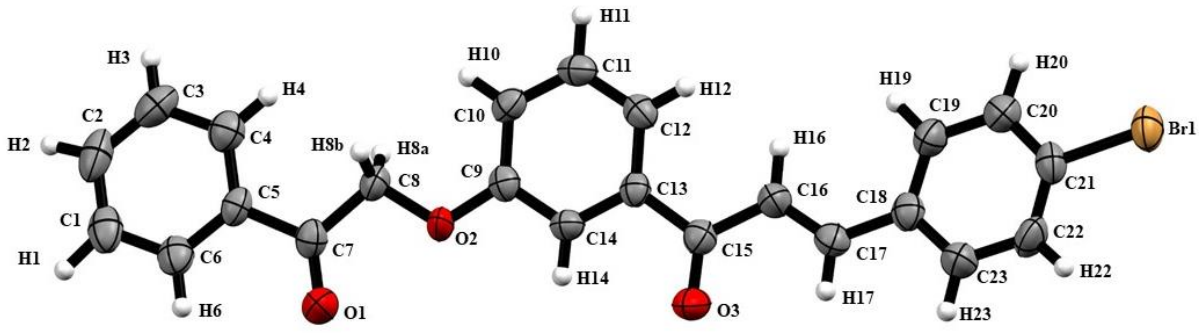
A partir dos dados experimentais foi feita a resolução e o refinamento da estrutura. Na Tabela 1 é possível visualizar os dados experimentais e estruturais do composto. O cristal possui todos os seus parâmetros axiais (a, b e c) diferentes e possui os angulares α e γ iguais, o que indica um sistema cristalino monoclínico. O composto cristalizou no grupo espacial Pc e apresentou em sua célula unitária duas unidades assimétricas (Z), sendo que para cada unidade assimétrica apresentou uma molécula (Z'). Para analisar a qualidade do refinamento foi utilizado do índice R final, índice wR2 e da qualidade de ajuste em F2.

TABELA 1- Dados cristalográficos e experimentais para o composto $C_{23}H_{17}O_3Br$

Fórmula	$C_{23}H_{17}O_3Br$
Parâmetros de cela	a= 15.2731(13) Å
	b= 5.0193(4) Å
	c= 11.8850(10) Å
	α = 90°
	β = 96.1086(13)°
	ϒ = 90°
Comprimento de onda	0,71073 Å
Volume	905.93(13) Å³
Método de refinamento	Método dos mínimos quadrados
Sistema cristalino	Monoclínico
Grupo espacial	Pc
Z	2
Z'	1
Índice R final [I > 2σ(I)]	R1= 1.91 %
Índice wR_2	wR2= 3.78 %
Qualidade de ajuste (goodness-of-fit) em F^2	0.923

A Figura 2 apresenta a representação ORTEP do composto, em que é indicado a média da probabilidade de localização dos átomos e a direção de suas vibrações.

Figura 2. Representação ORTEP do composto $C_{23}H_{17}O_3Br$ mostrando elipsoides com 90% de probabilidade.



Para a visualização das interações presentes neste cristal utilizou-se do programa Mercury 3.9 (MACRAE et al., 2006). O empacotamento do cristal é estabilizado por interações C−H···O, C−H··· π e C−Br··· π . O arranjo supramolecular possui duas interações não clássicas C−H···O, sendo elas C12−H12···O3 e C11−H11···O2 (Figura 3), duas interações do tipo π , sendo elas C8−H8B···Cg2 e C8−H8A···Cg1 (Figura 4) e uma interação halogenada C21−Br1···Cg1 (Figura 5). Os valores de distâncias, ângulos e código de simetria, referentes as interações, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Interações intermoleculares para a molécula $C_{23}H_{17}O_3Br$

D−H···A	d(D−H) Å	d(H···A) Å	d(D···A) Å	(D−H···A)(°)	Código de simetria
C12−H12···O3	0,937	2,405	3,199	142,29	x,1-y,-1/2+z
C11−H11···O2	0,966	2,373	3,290	158,46	x,2-y,-1/2+z
C8−H8B···Cg2	0,932	2,583	3,379	143,55	x,-1+y,z
C8−H8A···Cg1	1,013	2,626	3,469	139,38	x, -1+y,z
C21−Br1···Cg1	1,902	3,679	5,476	156,50	-1+x,1-y,-1/2+z

FIGURA 3. Interações não clássicas C−H···O

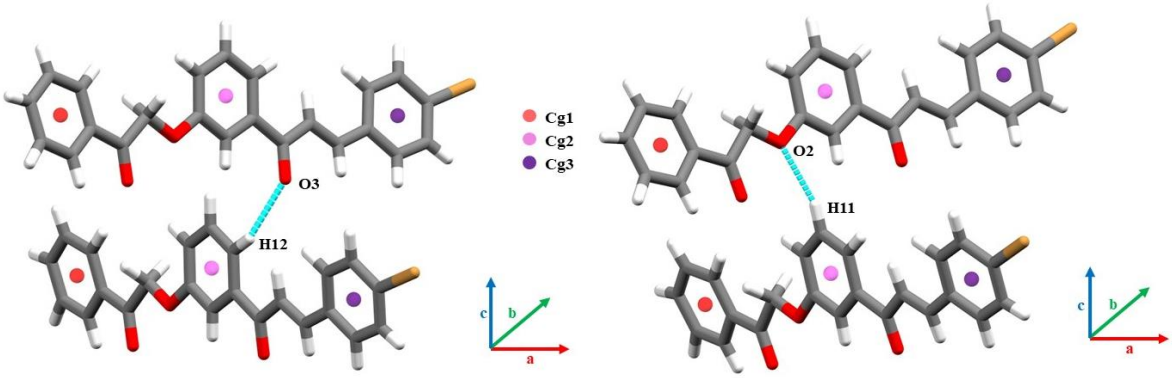
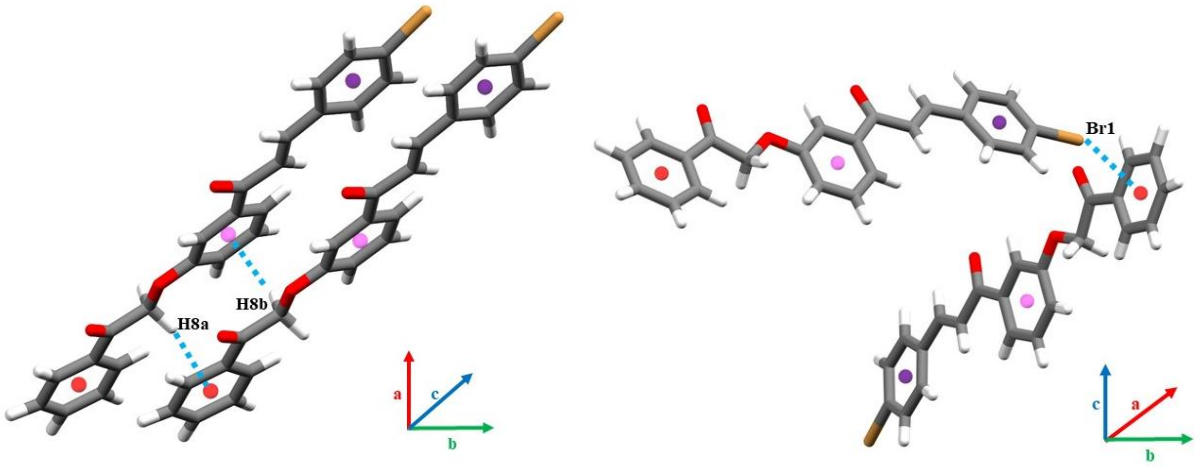


FIGURA 4. Interações do tipo π e interação halogenada



Para uma análise quantitativa das interações no cristal foi feita a superfície de Hirshfeld. A partir do gráfico das distâncias de contato normalizadas (dnorm) (Figura 5), foi possível, de acordo com as cores apresentadas, visualizar quais são as interações dominantes, pois no gráfico as interações mais fortes apresentam uma coloração mais avermelhada e as menos fortes uma coloração mais azulada. E através dos Fingerprints (Figura 6) foi possível quantificar percentualmente as interações presentes no cristal.

FIGURA 5. Gráfico dnorm da superfície de Hirshfeld para a molécula $C_{23}H_{17}O_3Br$

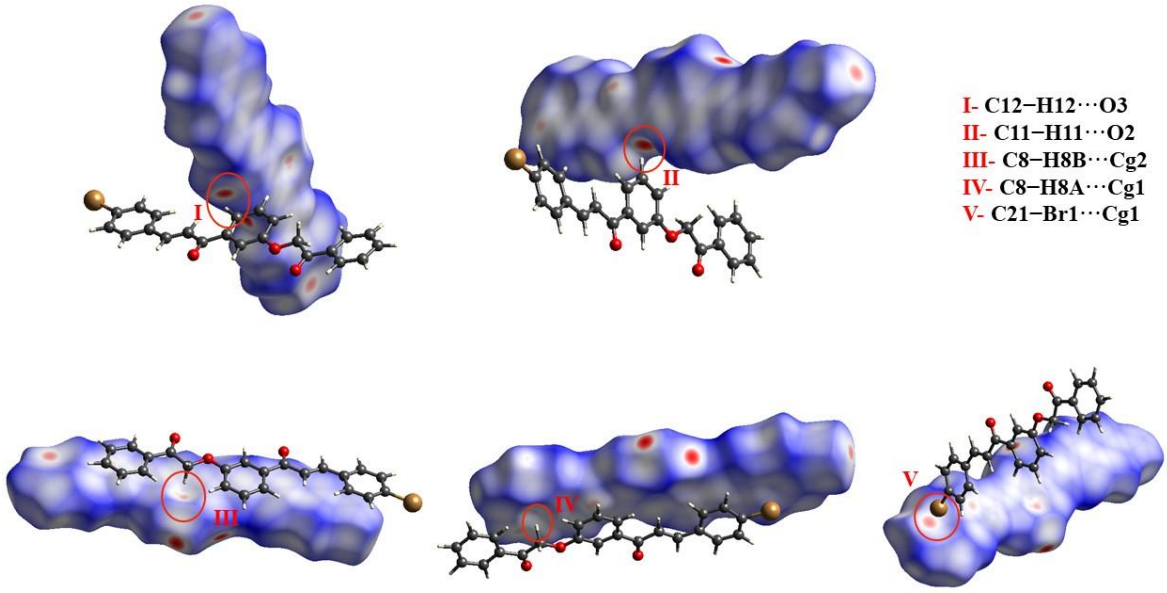
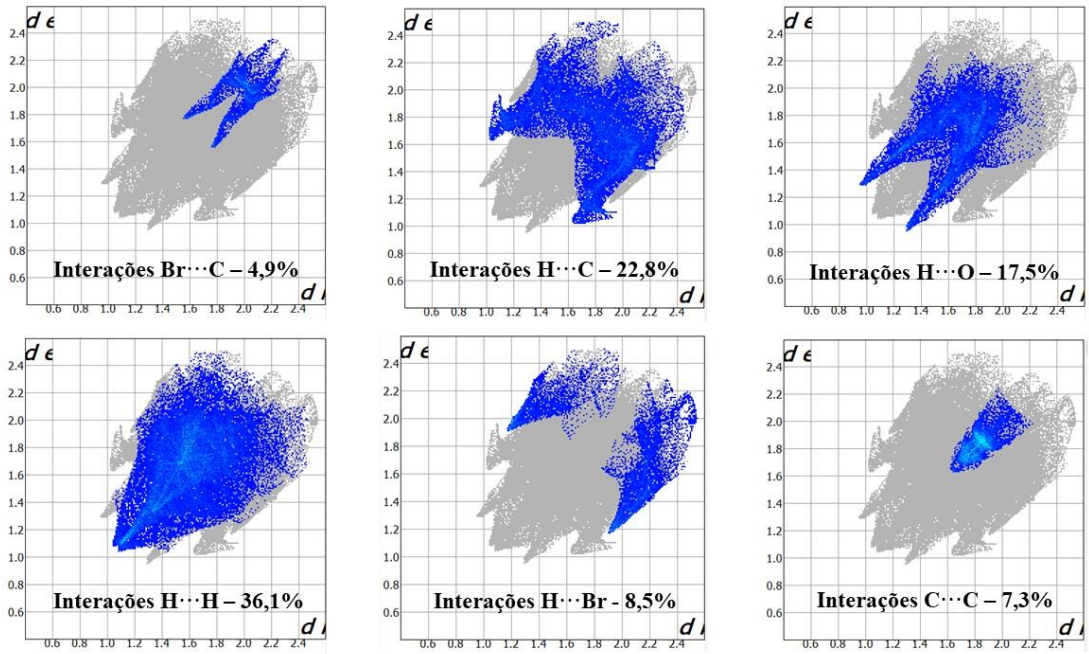


FIGURA 6. Fingerprints com os contatos da molécula $C_{23}H_{17}O_3Br$



Considerações Finais

A pesquisa possibilitou a identificação da estrutura tridimensional do composto $C_{23}H_{17}O_3Br$ e das interações que regem o empacotamento de seus cristais, através da utilização da cristalografia de difração de Raio-X. Foram identificadas duas interações não clássicas C−H···O, duas interações C−H···π e uma interação halogenada. A pesquisa proporcionou um aprofundamento dos fundamentos teóricos e empíricos da metodologia cristalográfica. E o trabalho pode ser utilizado para subsidiar futuros estudos da atividade farmacológica da molécula.

Agradecimentos

A autora é grata ao CNPq pelo incentivo financeiro, a Universidade Estadual de Goiás – Campus Anápolis de ciências exatas e tecnológica pelo ambiente de aprendizagem e ao orientador Hamilton Barbosa Napolitano por repassar seus conhecimentos para auxiliar no projeto e na formação acadêmica.

Referências

BUZZI, F. Síntese De Novas Moléculas Com Potencial Terapêutico : Imidas Cíclicas, Chalconas E Compostos Relacionados. 2007. Universidade Federal De Santa Catarina - UFSC. Dísponível em :<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89796/247344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 03 de abril de 2019.

FARRUGIA, L. J. WinGX and ORTEP for Windows: An update. Journal of Applied Crystallography, v. 45, n. 4, p. 849–854, 2012.

FERNANDES, William B. et al. Aplicações Tecnológicas da Metodologia Cristalográfica. Revista Processos Quimicos,Anápolis, v. 4, n. 1, p.19-32, jul. 2010. Semestral.

FONSECA, P. S. Síntese e Caracterização de Chalconas e Dichalconas contendo unidades 1,2,3-triazólicas [online]. 2012. 214 f. Dissertação (Mestrado em Química) Instituto de Química-IQ, Universidade de Brasília. Disponível em: < http://repositorio.unb.br/handle/10482/11432>. Acesso em 03 de abril de 2018.

GIACOVAZZO, C.; MONACO, H. L.; VITERBO, D.; SCORDARI, F.; GILLI, G.; ZANOTTI, G.; CATTI, M.; “Fundamentals of Crystallography”. Oxford University Press, 1ª ed., 1992.

MACRAE, C. F. et al. Mercury: Visualization and analysis of crystal structures. Journal of Applied Crystallography, v. 39, n. 3, p. 453–457, 2006.

MCKINNON, J. J., MITCHELL, A. S., SPACKMAN, M. A. (1998). Hirshfeld surfaces: a new tool for visualising and exploring molecular crystals. Chemistry–A European Journal, 4(11), 2136-2141.

NECKEL, G. L. Atividade antineoplásica in vitro e in vivo da chalcona n9 e seu possível mecanismo de ação [online]. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Farmacologia) Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:< http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/9496 9>. Acesso em 03 de abril de 2019.

SALLUM, L. O. Estudo da estrutura cristalina de chalconas metoxiladas com polimorfismo molecular. [online]. 2012. 6 f. 22 f. Dissertação (Mestrado em ciências moleculares), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. Disponível em <http://www.ccet.ueg.br/biblioteca/?go=tese&id=2170&a=4&p=1&curso=13>. Acesso em 04 de abril de 2018.

SHELDRICK, G. M. A short history of SHELX. Acta Crystallographica Section A: Foundations of Crystallography, v. 64, n. 1, p. 112–122, 2007.

SPEK, A. L. Structure validation in chemical crystallography. Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography, v. 65, n. 2, p. 148–155, 2009.

VIEIRA, L. C. C. “Síntese de derivados de chalconas e de 2-Quinolinonas visando a busca por inibidores das enzimas cruzaína e da família bet bromodomain” [online]. 2014. 297 f. Tese (doutorado em ciências) Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. Disponível em:< https://repositor io.ufscar.br/handle/ufscar/6314>. Acesso em 04 de abril de 2019.

Análise química de *Tabebuia impetiginosa Martius* EX. A. P. de Candole e *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nichols (Bignoniaceae)

Lorena Chagas Nascimento[1](IC)*, Marcos Moreira de Sousa[2](PQ), Giuliana Muniz Vila Verde Safadi[3](PQ), lorenac172@gmail.com

1 Bolsista de Iniciação Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Rod Br 153, Km 99, Zona Rural, Anápolis/GO, 75132-903.

2. Mestrando do Programa de Mestrado em Ciências Moleculares. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Rod Br 153, Km 99, Zona Rural, Anápolis/GO, 75132-903.

3 Pesquisador e orientador da pesquisa. Laboratório de Bioprodutos e Síntese. Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, CCET, Anápolis, Goiás, Brasil.

Resumo: As espécies *Tabebuia impetiginosa* e *T. serratifolia* são conhecidas popularmente como ipê roxo e ipê amarelo, respectivamente. São encontradas principalmente nas Américas Central e Sul, nas quais são muito utilizadas na arborização urbana. Devido à ampla variedade de metabólitos secundários existentes nas plantas, as espécies de *Tabebuia* apresentam atividades antialérgicas, antitumoral, antifúngica e antibacteriana, dentre outras. Para um melhor entendimento das espécies de *Tabebuia*, o objetivo desta pesquisa foi detectar os metabólitos presentes em florações de ipê, através da prospecção fitoquímica, para que se possa ter um maior entendimento sobre os compostos das florações de espécies do ipê. Os metabólitos detectados com os testes qualitativos realizados em ambas as espécies foram antraquinonas, cumarinas, chalconas, terpenos, flavonóides e taninos. Entre os metabólitos, os compostos fenólicos são bastante empregados no setor alimentício, como corantes e possuem atividade antioxidante e antibacteriana, demonstrando a importância do conhecimento a respeito da planta estudada para se ter um maior aproveitamento de suas potencialidades.

Palavras-chave: Fitoquímica, Ipê, Fitocomplexo, Inflorescências

Introdução

A biodiversidade é a responsável por tudo que se tem disponível no meio ambiente, desde o que forma pessoas até o que se precisa de fato para sobreviver,

mantendo o equilíbrio e a estabilidade dos ecossistemas. Além disso, ainda é fonte para atividades de todos os setores sociais, como: pesqueira, alimentícia, cosmética, farmacológica, entre outras (BRASIL, 2019).

As plantas apresentam importante potencial para o desenvolvimento de pesquisas na busca de produtos naturais biologicamente ativos, que podem se tornar possíveis sínteses de novos fármacos, podendo apresentar atividades antibactericida, antitumoral e antifúngica, por exemplo. Essas possibilidades só são possíveis devido à diversidade estrutural, físico-química e biológica presentes nas plantas (GUERRA; NODARI, 2003; HOSTETTMANN; QUEIROZ; VIEIRA, 2003).

Além da descoberta de novos fármacos, o estudo das plantas que apresentem substâncias que possam atuar em mecanismos biológicos torna-se de grande importância para a saúde humana, para que se garanta que não tenha nenhum outro potencial desconhecido e que possa manifestar reações indesejadas a curto ou longo prazo (FIRMO et al., 2011).

Na busca por novos potenciais presentes nas plantas, a família *Bignoniaceae* apresenta vários gêneros, como o gênero pertencente aos ipês, conhecido como *Tabebuia*. As espécies desse gênero são muito utilizadas na medicina popular para tratamento de diversas situações biológicas, como tumores e úlceras. Tais empregos são garantidos pelos metabólicos secundários existentes nas plantas, como é o caso dos compostos fenólicos, os quais são muito utilizados na indústria de corantes e também apresentam atividades biológicas importantes (FISCHER; THEISEN; LOHMANN, 2004; LEMOS et al., 2012; BHANDARI; KAWABATA, 2004).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo compreender melhor os metabólitos secundários pertencentes às espécies *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa* de ocorrência no Cerrado goiano.

Material e Métodos

A floração das espécies de *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia serratifolia* foram coletadas em locais distintos. A *Tabebuia impetiginosa* foi coletada no município de Abadiânia, Goiás, Brasil, georreferenciada a 16°11'02.1"S 48°41'18.8"W. Já as florações de *Tabebuia serratifolia* foram obtidas em distintas localidades, como: Ouro Verde de Goiás, Campo Limpo de Goiás, Anápolis e Abadiânia. Os ramos do ipê roxo foram destinados à confecção de exsicata e depositada no Herbário da UEG sob o número de tombo 11.955 e 13.929 respectivamente. Após coletado, o material vegetal foi seco em estufa de circulação de ar (40°C) durante três dias. Em seguida, pulverizado em moinho de facas do tipo Willey, obtendo uma granulometria média.

Os testes de prospecção fitoquímica foram realizados em duplicata, seguindo a metodologia descrita por Matos e Matos (1998) para detecção dos seguintes metabólitos: alcalóides, flavonoides, taninos, cumarinas, triterpenos e/ou esteroides, saponinas e antraquinonas.

Resultados e Discussão

Na análise de detecção dos metabólitos secundários nas flores de *Tabebuia serratifolia* (FTS) e *Tabebuia impetiginosa* (FTI) foi possível visualizar a presença de alguns metabólitos em foco, como pode-se observar na **Tabela 1**, abaixo:

Tabela 1 - Metabólitos secundários presentes nas flores de ipês amarelo e roxo.

Metabólito	FTS	FTI
Antraquinona	+	+
Taninos	+	+
Cumarinas	+	+

Triterpenos e/ou Esteroides	+	+
Chalconas	+	+
Alcaloides	-	-
Saponinas	-	-

Legenda: “+” para presente e “-“para ausente.

Fonte: Próprio autor, (2019).

As análises feitas demonstram que FTS apresentam resultados positivos para antraquinona (SANTOS, 2014); Triterpenos e compostos fenólicos, como flavonóides (BARCELOS *et al*, 2017); Cumarinas e chalconas também foram detectadas nos testes, os quais já foram identificados em outros trabalhos sobre a casca e folhas da planta. Enquanto que demonstraram-se negativos para as flores: alcaloides (SANTOS, 2014) e saponinas (PÓVOAS, 2015).

Os testes feitos com FTI foram positivos para antraquinona, compostos fenólicos (CORDEIRO *et al*, 2006), cumarinas, triterpenos e chalconas. Alcaloides e saponinas não foram detectados no teste analítico realizado.

LOURENÇO et al. (2010) verificou o potencial mutagênico e antimutagênico dos extratos das flores de *T. impetiginosa* em diferentes concentrações por teste de micronúcleo. Para o teste de mutagenicidade, a doxorrubicina (DXR, 90 mg kg-1 p.c.) foi utilizada como indutor de danos no DNA e para o teste de antimutagenicidade, os tratamentos com o extrato foram realizados simultaneamente com este agente químico. Os resultados apresentados indicaram ausência de efeito mutagênico e antimutagênico do extrato obtido das flores da T. impetiginosa em sistema teste in vivo.

Já LEMOS et al., (2012) analisou a atividade genotóxica do extrato das flores de T. impetiginosa no sangue e nas células hepáticas de ratos Wistar, que foram administradas em diferentes concentrações. Com exceção da menor dosagem administrada, observou um aumento no dano ao DNA, quando comparado ao grupo controle negativo. Embora o potencial genotóxico desse extrato fosse maior nas

células hepáticas, a resposta em ambos os tecidos estava relacionada à dependência da dose. (LEMOS et al, 2012).

O extrato da T. impetiginosa se mostra importante até na área da parasitologia, ao combater doenças que acometem a população até os dias de hoje, sendo uma alternativa para combater até mesmo o Trimanosoma cruzy, em sua forma tripamastigota. MARIANO et al, (2016), avaliou a atividade tripanocida in vitro das frações obtidas dos extratos etanolico bruto (EEB) de folhas, flores e casca, e extrato hexânico bruto (EHB) de folhas e casca. As frações obtidas, então, apresentaram atividade significativa contra as formas tripomastigotas de Trypanosoma cruzi. Sendo que a porcentagem de lise foi maior do que 50% para todas as frações na concentração de 400µg/mL

Considerações Finais

Os testes qualitativos realizados neste trabalho fazem parte do primeiro passo quando o enfoque a análise química de uma espécie vegetal. A identificação das classes de metabólitos secundários detectadas para *T. impetiginosa* e *T. serratifolia* são importantes na compreensão do perfil químico e biológico dos relativos ipês amarelo e roxo. Os compostos fenólicos identificados podem estar ligados às atividades antibacteriana e antioxidante.

Agradecimentos

À Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós- Graduação da Universidade Estadual de Goiás pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica

Referências

BARCELOS I.B.; BULIAN, A. L.; CALAZANS, R. da S. P.; DEGEN, A. N.; ALVES, L. de O.; SOBRAL, F. de O. S.; SALVI, F. de O. Análise fitoquímica e das atividades citotóxica, antioxidante, e antibacteriana das flores de Tabebuia serratifolia (Vahl) Nicholson. **Revista fitos**, v. 11, n. 1, p. 1-118, 2017.

BHANDARI, M. R.; KAWABATA, J. Organic acid, phenolic content and antioxidant activity of wild yam (Dioscorea spp.) tubers of Nepal. **Food Chemistry**, v. 88, p. 163-168, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Acesso em: 16 de setembro de 2019.

CORDEIRO, C. H. G.; SACRAMENTO, L. V. S. do; CORRÊA, M. A.; PIZZOLITTO, A. C.; BAUAB, T. M. Análise farmacognóstica e atividade antibacteriana de extratos vegetais empregados em formulação para a higiene bucal. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 3, p. 395- 404, 2006.

FIRMO, W. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; DIAS, L. C. L.; NETO, M. S.; VARGA, I. D .V. Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 18, n. especial, dez. 2011.

FISCHER, E.; THEISEN, I.; LOHMANN, L.G. Bignoniaceae. *In*: KUBITZKI, K.; KADEREIT, J. W. **The families and genera of vascular plants**. Heidelberg, v. 7, p. 9-98. 2004.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 5.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ, E. F.; VIEIRA, P. C. **Princípios ativos de plantas superiores**, EdUFSCar: São Carlos, 2003.

LEMOS, O. A.; SANCHES, J. C. M.; SILVA, Í. E.F.; SILVA, M. L.A.; VINHÓLIS, A. H.C.; FELIX, M. A.P.; SANTOS, R. A.; CECCHI, A. O. Genotoxic effects of Tabebuia impetiginosa (Mart. Ex DC.) Standl. (Lamiales, Bignoniaceae) extract in Wistar rats. **Genet. Mol. Biol.**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 498-502, 2012.

LOURENÇO, J. A., PITANGUI, C. P., JORDÃO, A. A., VANNUCCHI, H., & CECCHI, A.O. Absence of mutagenicity and antimutagenicity of the extract obtained from the fl owers of" ipê roxo" *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 12(4), 414-420, 2010

MARIANO R. L., ESPERANDIM V.R. MONTAGNINI D., CANDIDO A.C.B.B. Avaliação da atividade tripanocida in vitro de frações obtidas dos extratos: Hexânico bruto de folhas e casca, e etanólico bruto das folhas, flores e casca de *Tabebuia impetiginosa* (Ipê Roxo). **INVESTIGAÇÃO**, v. 15, n. 6, 2016.

MATOS, J. M.D.; MATOS, M. E. **Farmacognosia**. Fortaleza: UFC, 1989.

PÓVOAS, F. T. X. **Estudo da atividade antimicrobiana e cicatrizante de feridas em ratos utilizando o extrato etanólico de folhas de *Tabebuia aurea* (ipê roxo)**, 100 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) Universidade Federal de Alagoas, Escola de Enfermagem e Farmácia. Maceió, 2015.

SANTOS, R. F. E. P. dos. **Avaliação do potencial biológico de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth e Hook f. ex. S. Moore**. 77f. Dissertação (Mestrado em

Enfermagem) – Universidade Federal de Alagoas, Escola de Enfermagem e Farmácia. Maceió, 2014.

AVALIAÇÃO BIOATIVA DA PHYSALIS SUBMETIDA A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE CÁLCIO

Daniela de Paula Morais[1] (IC)*; Amanda Prager dos Santos[1] (IC); Isa Borges Aguiar[1] (IC); André José de Campos[1] (PQ).

[1]Campus Central – Sede: Anápolis – UEG, Anápolis – GO, daniellapmorais@gmail.com

Resumo: Uma tecnologia importante utilizada para manutenção da qualidade de frutos em pós-colheita é a imersão em cloreto de cálcio ($CaCl_2$). Tais aplicações de sais de cálcio são muito utilizadas através da imersão dos frutos em solução de sais de cálcio. Portanto, objetivo desse trabalho é avaliar o efeito do cloreto de cálcio na conservação pós-colheita da physalis, provenientes da região de Goiânia/GO, verificando suas características bioativas. Foram utilizadas frutas de physalis (Physalis peruviana L.), provenientes do pomar experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia em Goiânia/GO. Utilizou-se do delineamento inteiramente casualizado, com esquema factorial 3x6, sendo 3 concentrações de $CaCl_2$ (0%; 1,5% e 3%) e 6 dias de análises (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), com 3 repetições, armazenado em B.O.D. à 5±1ºC e 63±5%UR. Foram realizadas análises bioativas, como: coloração (L, °Hue e Croma) e índice de maturação. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (P<0,05) e, quando significativos, fez-se a análise de Regressão Com base nos resultados, o tratamento de 3% de CaCl2 foi o que proporcionou menor índice de maturação, promovendo manutenção da qualidade adequada ao consumo.

Palavras-chave: $CaCl_2$, *Physalis peruviana* L., manutenção, qualidade.

Introdução

A physalis é uma baga carnosa globular, com coloração amarelo-alaranjada quando madura, com diâmetro que oscila entre 1,25 e 2,50 cm e peso entre quatro e dez gramas, que se desenvolve dentro de um cálice formado por cinco sépalas, que o protegem contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas (VELASQUEZ et al., 2007).

Um dos fatores limitantes no manejo pós-colheita de physalis refere-se ao seu armazenamento. O fato de ser um fruto climatérico e possuir período de colheita extenso dificulta seu manejo, interferindo no processo de armazenamento, transporte e vida útil pós-colheita (ALVARADO et al., 2004). Sabe-se que o uso de refrigeração no armazenamento de frutas, de maneira geral, é uma alternativa viável para a manutenção da qualidade pós-colheita (BRACKMANN et al., 2010). Por isso, faz-se necessário que haja tecnologias pós-colheita que favoreçam a manutenção dessa qualidade durante esse período (PEREIRA et al., 2014).

Nesse aspecto, uma tecnologia importante utilizada para manutenção da qualidade de frutos em pós-colheita é a imersão em cloreto de cálcio (CaCl2). O cálcio ao se ligar com pectinas reforça a parede celular vegetal, dando-a mais firmeza e estrutura, interferindo na turgidez da célula, o que resulta em menos perda de massa fresca e de outros compostos ligados à qualidade durante o armazenamento. Tais aplicações de sais de cálcio são muito utilizadas através da imersão dos frutos em solução de sais de cálcio (VALERO e SERRANO, 2010).

Portanto, a união de técnicas pós-colheita resulta em um acréscimo na manutenção da qualidade em frutas armazenadas, sendo assim, constituindo uma das possibilidades para manter a qualidade do fruto (VIVIANI e LEAL, 2007).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é avaliar o efeito do cloreto de cálcio na conservação pós-colheita da physalis, provenientes da região de Goiânia/GO, verificando suas características bioativas.

Material e Métodos

Foram utilizadas frutas de physalis (*Physalis peruviana* L.), provenientes do pomar experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia em Goiânia/GO, com altitude de 749m, longitude 49º15’14” O, latitude 16º40’43” S, sendo colhidos no ponto de maturação fisiológica, ou seja,

quando apresentaram coloração amarelada e com o cálice completamente seco. Após a colheita, os frutos foram transportados ao Laboratório de Pós-Colheita do curso de Engenharia Agrícola, pertencente ao Campus Central - CET da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis/GO, aonde foram selecionados quanto ao tamanho e defeitos, visando uniformizar o lote.

Para o experimento utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo 3x6 (cloreto de cálcio x dias de análise), com 3 repetições em cada dia de análise, por tratamento. As avaliações foram realizadas a cada 2 dias, em período de 10 dias (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), sendo o armazenamento procedido em incubadora B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), à 5±1ºC e 63±5%UR. Para a confecção dos tratamentos, os frutos foram submetidos à imersão, por 10 minutos, na solução com diferentes concentrações de cloreto de cálcio, sendo eles: 0% (água destilada), 1,5% e 3% de $CaCl_2$. Após, os frutos de cada tratamento foram acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo colocados 9 physalis por embalagem, no mesmo dia da instalação do experimento (10 de setembro de 2019).

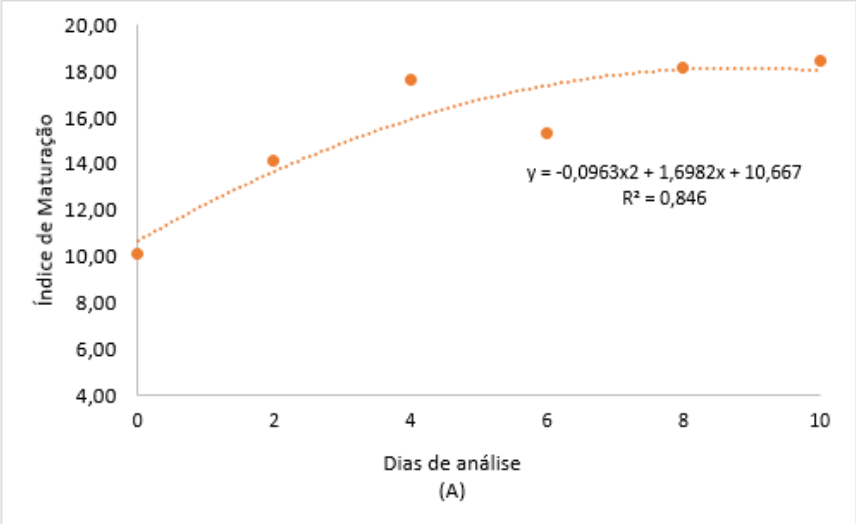
Foram realizadas análises bioativas, como: coloração (L, °*Hue* e Croma) e índice de maturação. Para se determinar a coloração dos frutos, foi usado o aparelho colorímetro Konica Minolta CR400, em que a coordenada L* indicou o quão escuro (0) e quão claro (100) é a polpa do fruto, a coordenada a* está relacionada à intensidade verde (-a) a vermelha (+a) e a coordenada b* está relacionada a cor azul (-b) e amarelo (+b). O °*Hue* (ângulo de tonalidade cromática) foi determinado pela equação: h=arctang(b*/a*). E o croma (saturação da cor) foi calculado pela fórmula: C=√(a*2+b*2).). O índice de maturação foi definido pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (P<0,05) e, quando significativas, as médias foram comparadas por regressão, sendo utilizado o Software SISVAR 5.6.

Resultados e Discussão

Para o índice de maturação das physalis não foi constatado interação significativa entre o cloreto de cálcio e dias de análise, sendo observado somente significância dos fatores isolados. Na Figura 1A observou-se aumento no índice de maturação até o último dia de análise. Já na Figura 1B constatou-se que o tratamento com 0% (controle) foi o que obteve maior valor de índice de maturação, enquanto o tratamento 3% de $CaCl_2$ apresentou a menor variação.

De acordo com Kader e Rolle (2004), o aumento do índice de maturação é decorrente do processo de maturação dos frutos que concentra os açúcares na polpa e reduz os ácidos orgânicos em função do metabolismo respiratório que os consomem para manter a vida útil. Portanto, os frutos tratados com 3% de $CaCl_2$ apresentaram melhores condições para a conservação pós-colheita do que os frutos com 0% de $CaCl_2$.



(A)

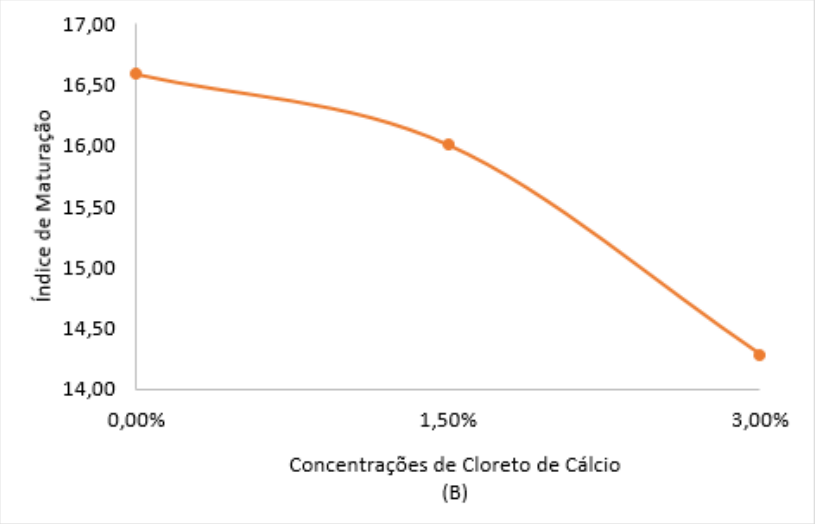


FIGURA 1 Índice de Maturação (IM) da physalis ao longo de 10 dias de armazenamento (A) e em relação as concentrações de cloreto de cálcio (B). UEG, Anápolis, 2020.

Analisando a Figura 2 (Luminosidade), fica evidente que somente o fator dias de análise propiciou diferença significativa. Sendo que, eles apresentaram variação dos valores médios de 66,62 (controle) a 61,14 (10° dia de armazenamento), demonstrando uma redução do brilho até o último dia. Diferentemente do encontrado por Vespucci et al. (2019), em estudo com maracujá silvestre, a qual evidenciou-se aumento das médias de luminosidade independente da concentração utilizada.

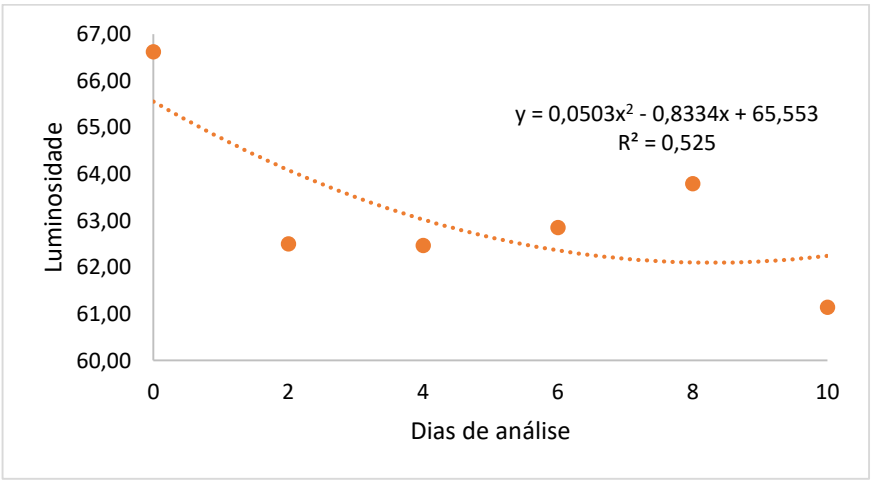


FIGURA 2 Luminosidade (L) da physalis submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio ao longo de 10 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2020.

Para a variável croma (Figura 3), que mede a saturação da cor da physalis, o valor mais elevado foi o dia 0, sendo o dia que os frutos apresentaram maior intensidade na cor, posteriormente ocorreu diminuição e variação da saturação até o 10° dia de armazenamento. Diferentemente do encontrado por Groppo (2007), em estudo com laranjas minimamente processadas, que evidenciou aumento gradual nos valores de croma. E semelhante ao comportamento informado por Garcia (2017), em estudo com jabuticabas. Possivelmente, as condições de armazenamento influenciaram na biossíntese de pigmentos e, desta forma, em função do maior período de armazenamento, propiciaram a perda de intensificação da cor (AZZOLINI et al., 2004).

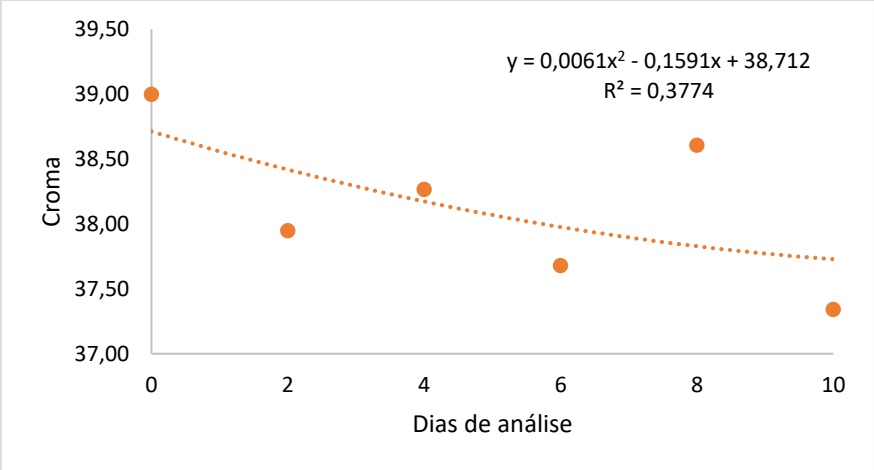


FIGURA 3 Croma da physalis submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio ao longo de 10 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2020.

O °*Hue* é uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais, e é um parâmetro que pode ser utilizado para identificar o ponto de colheita (BRUNINI et al., 2004). Sendo assim, na Figura 4, foi evidenciado redução do ângulo de cor, para todas as concentrações de $CaCl_2$, principalmente no tratamento de 1,5% de $CaCl_2$, que obteve a menor média no 10° dia (65,92), fazendo com que os

frutos fossem de amarelo para alaranjado. Gomes (2016), em estudo com abacaxi, relatou comportamento semelhante em todos os tratamentos com cloreto de cálcio, sendo que o tratamento com 4% de $CaCl_2$ foi o que teve maior redução.

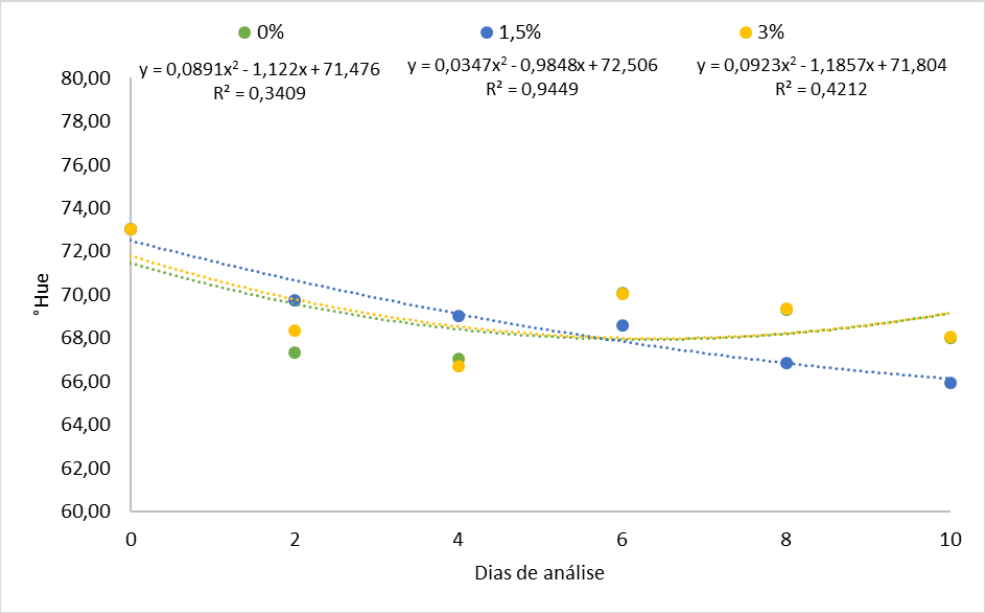


FIGURA 4 °*Hue* da physalis submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio ao longo de 10 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2020.

Considerações Finais

Diante dos resultados, pode-se concluir que o tratamento de 3% de $CaCl_2$ foi o que proporcionou menor índice de maturação, promovendo manutenção da qualidade adequada ao consumo.

Em relação aos dias de armazenamento, as physalis mantiveram suas qualidades equilibradas e aceitáveis para o consumo até o 10° dia de armazenamento.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica e tecnológica concedida, e a UEG, pelo apoio durante a condução das atividades.

Referências

ALVARADO, P.A.; BERDUGO, C.A.; FISCHER, G. Efecto de un tratamiento de frío (a 1,5° C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva Physalis peruviana L. durante el posterior transporte y almacenamiento. **Agronomía Colombiana**, 2004 - 22:147-159.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; SPOTO, M.H.F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'pedro sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.26, n.1, p.29-31, 2004.

BRACKMANN, A.; ANESE, R.O.; GIEHL, R.F.H.; WEBER, A.; EISERMANN A.C.; SESTARI, I. **Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. Bragantia**, 2010 - 70:672- 676.

BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Influência de Embalagens e Temperatura no de Jabuticabas (Myrciaria Jabuticaba (Vell) Berg) Cv „Sabará". **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, 24(3): 378-383, jul.-set. 2004.

GARCIA, L. G. C. **Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jabuticaba.** 2017, 97p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

GOMES, N. R. **Cloreto de cálcio na conservação pós-colheita de abacaxi 'pérola' minimamente processado.** 2016, 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2016.

GROPPO, V. D. **Laranja 'pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação.** 2007, 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

KADER, A. A.; ROLLE, R. S. The role of postharvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. **FAO Agricultural Services Bull,** Rome, v.152, p.51, 2004.

LISIEWSKA, S.; KMIECIK, W. Effect of storange period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chem**., v.70, p. 167-173, 2000.

PEREIRA, G.S.; MACHADO, F.L.C.; COSTA, J.M.C. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja 'Valência Delta' durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 520-527, 2014.

VALERO, D.; SERRANO, M. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality, v.1, **New York**, 2010.

VELASQUEZ, H.J.C.; GIRALDO, O.H.B.; ARANGO, S.S.P. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para frut fruta de uchuva (Physalis peruviana L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, 2007 - 60:3785-3796.

VESPUCCI, I. L.; SILVA, D. D. A.; FARIA, R. C.; CAMPOS, A. J.; NUNES, M. P. C. Qualidade pós-colheita de maracujá silvestre 'BRS Pérola do Cerrado' submetidos ao cloreto de cálcio. **Multi-Science Journal**, v.2, n.1, p. 65-69, 2019.

VIVIANI, L.; LEAL, P.M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE CARCAÇA APÓS ESFOLA AUTOMÁTICA COM O USO DE *DOWN PULLER*

Giovana Santos Feitosa[1*] (IC), Fernanda de Britto Rocildes Abreu[2] (IC), Julia Camargo Lisita[2] (IC), Cláudia Peixoto Bueno[3] (PQ).

[1]Discente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Goiás, PIBITI/CNPQ, Câmpus Oeste - São Luís de Montes Belos - GO. giovana.sfmv@gmail.com.

[2]Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Oeste - São Luís de Montes Belos - GO.

[3]Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Oeste - São Luís de Montes Belos - GO.

A esfola é o processo industrial de remoção do couro e anexos do animal em um fluxograma de abate, podendo ser realizada em sua maioria de forma manual e, em menor escala, de forma mecanizada. Durante esse procedimento, podem ocorrer contaminações superficiais na carcaça por microrganismos existentes nos animais. O conhecimento do fluxograma do processo permite a avaliação dos locais ou pontos onde há maior probabilidade de contaminações ou problemas microbianos devido a erros, imperícia, descuidos nos procedimentos tecnológicos e higiênico-sanitários. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência sanitária do processo de esfola mecanizada com *Down puller,* equipamento utilizado para remoção de todo o couro restante do corpo do animal na última etapa do processo de esfola e apontar os locais com maior índice de contaminação na linha de abate. Foram colhidas amostras de swab de 30 carcaças, antes e depois da esfola, para contagem de Enterobactérias, Bactérias ácido-láticas e mesófilos aeróbios. Os resultados encontrados indicaram que a contagem de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis estavam acima do padrão utilizado (>3,2x10^2 UFC/cm^2) em 43,33% das amostras, e a contagem de enterobactérias permaneceu dentro do padrão aceitável (<3,2x10 UFC/cm^2) em 100% das amostras.

Palavras-chave: Contaminação Cruzada. Segurança do Alimento. Shelf life.

Introdução

Durante a esfola, processo industrial de remoção do couro e anexos do animal em um fluxograma de abate, podem ocorrer contaminações superficiais na carcaça por microrganismos existentes no couro, cascos e pelos dos animais (OLIVEIRA, et al., 2011), e por contato com conteúdo gastrintestinal, leite do úbere, equipamentos, mãos e roupas de operários, água utilizada para lavagem das carcaças e ar dos locais de abate e armazenamento (ROÇA, 2004).

Segundo Roça (2004), a contaminação por microrganismos nos animais depende de fatores como a condição do local de produção animal, o transporte para o abatedouro e as condições dos currais em que ele é mantido.

Bonesi e Santana (2008) afirmaram que o conhecimento do fluxograma do processo permite a "avaliação dos locais ou pontos onde há maior probabilidade de contaminações ou problemas microbianos devido a erros, imperícia, descuidos nos procedimentos tecnológicos e higiênico-sanitários". Desta forma, os pontos críticos são destacados, visando reduzir ou eliminar a microbiota contaminante a fim de prevenir infecções e intoxicações de origem animal e reduzir ou inibir a contaminação bacteriana responsável pela deterioração dos produtos (BONESI e SANTANA, 2008).

De acordo com Pinto (2008), quando ocorre contaminação no processo de esfola, a carne e seus derivados contaminados podem ser veículos de transmissão de diversos microrganismos patogênicos para os humanos.

Segundo a Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos - ICMSF, os microrganismos presentes nos animais no fluxograma de abate podem ser agrupados em duas categorias. A primeira compreende os microrganismos que não oferecem risco direto à saúde, representada pelos mesófilos, psicrófilos, psicrotróficos, termófilos e leveduras, já o segundo compreende os microrganismos que oferecem risco baixo ou indireto à saúde,

representados pelos coliformes fecais e totais, enterococos, enterobactérias totais e *Escherichia coli* (ICMSF, 1984; FRANÇA FILHO, et al., 2006).

Os microrganismos pertencentes à família *Enterobacteriaceae,* composta por bactérias gram-negativas, estão presentes no solo, água e no pasto, e compreendem os principais microrganismos presentes na pele responsáveis pela contaminação de carcaças, sendo a *Salmonella spp.* e a *Escherichia coli* os gêneros mais conhecidos dessa família, geralmente veiculados por alimentos (AZEVEDO; LIBARDONI e MARTINS, 2018; ROÇA, 1999). As enterobactérias são anaeróbias facultativas, ou seja, possuem metabolismo aeróbico e fermentativo, e são mais ativas metabolicamente às temperaturas de 25 e 30ºC, apesar da capacidade de se desenvolver bem em temperatura de 37ºC (FELIPE, 2008). A presença desses microrganismos é frequentemente usada como indicador para possível contaminação fecal decorrente de processamento inadequado ou contaminação pós-processo (TORNADIJO et al., 2001).

As bactérias ácido-láticas (BAL) pertencem ao grupo das bactérias Gram-positivas, anaeróbicas naturais, apesar de tolerar oxigênio (microaerófilas), são estritamente fermentativas e produzem o ácido lático como principal produto. As BAL podem ser encontradas no leite, trato digestivo, respiratório superior e urogenital inferior dos animais (HOVE et al., 1999 apud FELIPE) e os principais microrganismos de importância como deteriorantes de carne crua refrigerada são os gêneros *Carnobacterium, Lactobacillus* e *Leuconostoc* (LABADIE, 1999 apud FELIPE, 2008).

Os aeróbios mesófilos compreendem microrganismos capazes de se multiplicar em temperaturas entre 5 e 45 ºC com temperatura ótima de crescimento na faixa entre 35 e 37ºC em condições de aerobiose. De acordo com ZWEIFEL e STEPHAN (2003) apud GANDRA (2011), a quantificação de aeróbios mesófilos das superfícies das carcaças é comumente utilizada para fornecer dados indicativos do grau de cuidados higiênico-sanitários durante as operações de abate, especialmente a etapa de esfola e evisceração. A maioria dos microrganismos que causam

doenças transmitidas por alimentos são mesófilos e possuem como temperatura de proliferação valores entre 20 e 45ºC (HAOACK et al., 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a contaminação microbiológica por enterobactérias, bactérias ácido-láticas e mesófilos aeróbios em carcaças oriundas de esfola mecanizada com a utilização de *Down puller* no intuito de verificar as condições higiênico sanitárias desse procedimento, que consiste em uma inovação tecnológica para os frigoríficos de bovinos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em um abatedouro frigorífico de grande porte, com capacidade de matança de 800 à 1000 animais/dia, sob regime de Inspeção Federal, localizado no Estado de Goiás.

No estabelecimento, a esfola era realizada de forma mecanizada com o uso de equipamentos denominados *pullers*, que são específicos para cada uma das três etapas do processo de retirada do couro. Na terceira e última etapa do processo, foi utilizado o equipamento *Down puller* para remoção de todo o couro restante no corpo do animal, após a esfola na região da costela e próximo a axila, e na região lombar, com o uso dos equipamentos *Side puller* e *Tail puller*, respectivamente.

As coletas foram realizadas nas carcaças quentes anterior e posteriormente ao processo de esfola com a utilização do *Down puller*, antes do equipamento e depois da esfola na plataforma do Ponto Crítico de Controle - PCC 1B, em 30 carcaças quentes, aleatórias, sendo feitas em 2 carcaças por dia, durante 15 dias,

As amostras foram colhidas pelo método *swab test* da Association Official Analytical Chemists, por meio de fricção da esponja esterilizada, umedecida em solução de água peptonada 0,1%, na superfície da carcaça com o auxílio de gabarito com área de 100cm^2. Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração para um laboratório credenciado de Controle de Qualidade de Alimentos para contagem total de microrganismos mesofílicos aeróbios, enterobactérias e

bactérias ácido-láticas e analisadas de acordo com os padrões legais vigente (BRASIL, 2003).

Para os resultados finais do projeto, realizou-se a análise estatística descritiva dos dados obtidos. Para a análise de *Enterobacteriacea*, foi utilizado como padrão a Instrução Normativa nº 60 de 2018 do MAPA e para análise de Mesófilos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis Totais, foi utilizado o Memorando nº 6 de 2018 do MAPA. Em ambos os casos, utilizou-se um plano de três classes, para resultados menores que m (3,2x10 UFC/cm^2), sendo estes aceitáveis, entre m e M (3,2x10^1 e 3,2x10^2 UFC/cm^2), considerados valores intermediários, e acima de M (>3,2x10^2 UFC/cm^2), sendo estes valores inaceitáveis. Não foi utilizado padrão para Bactérias Ácido láticas.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com a contagem de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis, bactérias láticas e enterobactérias, pelo laboratório credenciado de Controle de Qualidade, estão descritos nas tabelas 1 e 2. Os resultados finais foram expressos em UFC/cm^2.

Ao avaliar os resultados da contagem de Mesófilos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis, antes e depois da esfola utilizando *Down puller*, foi observado uma redução da contagem em 23 carcaças (76,67%) e aumento em 7 carcaças (23,33%). A redução era esperada, já o aumento das contagens se deve a uma provável contaminação durante o processo de esfola. Em comparação ao Memorando nº 6 do MAPA, observou-se que, após a esfola, 3 carcaças (10%) apresentaram resultados conforme o padrão (<3,2x10^1 UFC/cm^2), indicando que houve controle do processo; 14 carcaças (46,67%) apresentaram resultados intermediários, entre 3,2x10^1 e 3,2x10^2 UFC/cm^2, indicando que existe uma tendência ao desvio do processo; e 13 carcaças (43,33%) apresentaram resultados inaceitáveis (>3,2x10^2 UFC/cm^2), indicando que houve falta de controle higiênico

sanitário durante o processo (Tabela 1). Devido os resultados indicarem desvio ou falta de controle do processo, já que o presente experimento utilizou padrões rigorosos, é necessário uma revisão do processo e aplicação de melhorias na higienização dos operadores e equipamento.

Tabela 1: Classificação e frequência absoluta e relativa de carcaças contaminadas por Mesófilos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis após a esfola.

	Frequência absoluta	**Frequência relativa**
Aceitável (< m)	3/30	10%
Intermediário (m e M)	14/30	46,67%
Inaceitável (> M)	13/30	43,33%

Segundo GIL, 2000 apud França Filho (2005) quando as contagens de mesófilos são superiores a $10^5/cm^2$ na superfície de carcaças bovinas, o abate ocorreu em más condições de higiene.

Em um estudo realizado por França Filho (2005), ao avaliar a qualidade bacteriológica de meias-carcaças bovinas, pesquisando a presença de microrganismos aeróbios mesófilos, os resultados encontrados apresentaram valores de contaminação máximos de $5,5x10^4$ UFC/cm^2 para um grupo avaliado e $3,0x10^4$ UFC/cm^2 para outro grupo, indicando boas condições higiênicas no processo, segundo o indicador. Correlacionando as afirmações de Gil (2000) às análises feitas no presente estudo, também foram obtidos resultados inferiores à $10^5/cm^2$, indicando que, neste caso, as Boas Práticas de Fabricação e outros programas de qualidade foram obedecidos.

Na avaliação dos resultados da contagem de bactérias láticas, antes e depois da esfola com *Down puller*, observou-se uma redução de bactérias em 16 carcaças (53,3%) e aumento em 5 carcaças (16,7%), em relação aos valores obtidos antes da esfola. Em 9 carcaças (30%), os resultados permaneceram iguais. Não existe um padrão legal vigente à respeito dos valores máximos permitidos na

contagem de bactérias ácido-láticas em carcaças após a esfola. Entretando, com os resultados obtidos, foi indicado que houve controle do processo na maioria das carcaças e, na minoria, uma possível tendência ao desvio do processo.

Ao avaliar a contagem de enterobactérias, antes e depois da esfola com o uso de *Down puller*, foi observado uma redução de bactérias em 20 carcaças (66,7%), aumento em 1 carcaça (3,3%), em relação aos resultados obtidos antes da esfola. Em 9 carcaças (30%), os resultados permaneceram iguais. Em comparação à Instrução Normativa nº 60 do MAPA, observou-se que, após a esfola, todas as 30 carcaças (100%) apresentaram resultados conforme o padrão aceitável de valores menores que $3,2x10^1$ UFC/cm^2 (Tabela 2). Considerando que a maioria das enterobactérias são patogênicas e causam problemas em saúde pública, conclui-se que os resultados indicaram que houve controle do processo e devido à redução da carga bacteriana, o alimento está apto para o consumo.

Tabela 2: Classificação e frequência absoluta e relativa de carcaças contaminadas por Enterobactérias, após a esfola.

	Frequência absoluta	**Frequência relativa**
Aceitável (< m)	30/30	100%
Intermediário (m e M)	0/30	0%
Inaceitável (> M)	0/30	0%

Ao avaliar a presença de enterobactérias em meias-carcaças bovinas, Elmi Filho (2020) obteve resultados semelhantes aos resultados do presente estudo. No estudo do autor, 92,86% das análises apresentaram contagens <1,5 $\log_{10}$ UFC/cm^2, dentro do padrão aceitável, indicando que o processo estava sob controle, e 7,14% apresentaram resultados intermediários, entre 1,5$\log_{10}$UFC/cm^2 e 2,5$\log_{10}$UFC/cm^2.

Em estudo realizado por Félix (2020), os resultados obtidos apresentaram contagem total média de 1,47 UFC/cm^2 igual a 0,17 log10, e 100% das amostras

avaliadas foram consideradas aceitáveis menor que “m” (<1,5 log10 UFC/cm^2), estando de acordo com o preconizado na legislação vigente.

A ausência de diferença entre os resultados na comparação de amostras obtidas antes e depois da esfola pode estar relacionado à falhas pontuais no processo de higienização dos animais, instalações e equipamentos, e nas operações realizadas durante processo produtivo.

Com os dados obtidos, nota-se que há a presença de contaminação superficial durante o processo de esfola, que está diretamente ligado a procedimentos executados de maneira incorreta durante o abate. Bonesi e Santana (2008), confirmam a necessidade de reduzir os riscos de contaminação de carcaça nas etapas de transporte e recepção, descanso, lavagem dos animais, insensibilização, sangria e esfola. Portanto, é indicado que as etapas operacionais no processo de abate de bovinos sigam as boas práticas industriais para a obtenção de carcaças que apresentem qualidade higiênico-sanitária.

Considerações Finais

Tendo em vista os fatos apresentados, nota-se a necessidade de treinamentos com a equipe do frigorífico, a fim de reduzir a contaminação por meio de práticas higiênico-sanitárias no fluxograma de abate, especialmente na etapa de esfola. Devido à carência de estudos relacionados ao uso de equipamentos de esfola mecanizada (*pullers*), ainda não é possível afirmar que esse mecanismo terá influências sanitárias e econômicas.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, por todo o amor, dedicação, paciência, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos da minha trajetória, à minha professora e orientadora do projeto, Cláudia Peixoto Bueno, pelas oportunidades e por sempre estar disposta a ajudar e

contruibuir para um melhor aprendizado, à Universidade Estadual de Goiás e ao CNPQ por me proporcionar a oportunidade de receber uma bolsa de Iniciação Científica (PIBITI/CNPQ), e à minha amiga Julia Camargo Lisita, que sempre esteve ao meu lado na trajetória acadêmica.

Referências

AZEVEDO, M. A. de; LIBARDONI, F.; MARTINS, L. R. V. **Contaminação superficial durante a esfola em masseter de bovinos abatidos para consumo humano.** Seminário de Iniciação Científica - Ciências Agrárias. Salão do conhecimento UNIJUÍ, 2018.

BLOCK, N. C. S., et al. **Processo de produção da carne bovina:** dos animais ao produto final. In: ENCONTRO DE ENGRENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 10. Campo Mourão, Paraná, 2016. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/x_eepa/data/uploads/11-agroindustria/11-02.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.

BONESI, G. L.; SANTANA, E.H.W. de. **Fatores Tecnológicos e Pontos Críticos de Controle de Contaminação em Carcaças Bovinas no Matadouro.** Universidade Norte do Paraná – UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde, Londrina, v. 10, n. 2, p. 39-46, Out. 2008. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/JHealthSci/article/view/1517>. Acesso em: 10 jun 2020.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA.** Brasília. 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária - MAARA. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Animal. Coordenação Geral de Laboratório Animal. **Métodos de Análise Microbiológica para Alimentos.** Brasília. 2003.

ELMI FILHO, J. **Ocorrência de Enterobacteriaceae em meias carcaças bovinas oriundas de um matadouro frigorífico.** Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Estadual de Goiás - Câmpus São Luís de Montes Belos, 2020.

FELIPE, Lívia Mara. **Associação de bactérias da família Enterobacteriaceae e Clostridium estertheticum com a deterioração blown pack em cortes cárneos embalados a vácuo.** 2008. xii, 86 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/94637>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FÉLIX, D. da C. **Ocorrência de contaminação em carcaças bovinas durante o processamento oriundas de um abatedouro frigorífico.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Goiás - Câmpus São Luís de Montes Belos, 2020.

FRANÇA FILHO, A. T. **Qualidade bacteriológica de meias-carcaças bovinas de matadouros-frigoríficos do estado de Goiás habilitados para exportação.** Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Estadual de Goiás, 2005.

FRANÇA FILHO, A. T. et al. **Qualidade bacteriológica de meias-carcaças bovinas oriundas de matadouros-frigoríficos do estado de Goiás habilitados para exportação.** Ciência Animal Brasileira. 2006.

GANDRA, T. K. V. **Identificação de pontos de contaminação por Salmonella spp. e por indicadores de qualidade higiênico-sanitária no abate e processamento de bovinos**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

HAOACK, A. et al. **Quantificação de aeróbios mesófilos presentes em amostras de carne bovina moída comercializadas em Palmas - PR.** Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias. Curitiba, PR, v.3, n.1, jan/jun., 2018.

ICMSF - Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microrganismos de los alimentos: técnicas de análisis microbiolófico.** Zaragoza: Acribia, 1984. 431p.

ICMSF - Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microbial ecology of foods.** Food commodities. New York: Academic Press, 1980.

OLIVEIRA, M. G.; WÜRFEL S. R.; GRANDRA T. K. V.; VECCHIA J. D.; SILVA W. P. **Influência da esfola e lavagem na qualidade bacteriològica de carcaças bovinas em relação à enumeração de enterobactérias.** Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/13030036/influencia-da-esfola-e-lavagem-na-qualidade-sovergs>. Acesso em: 16 jun. 2020.

PINTO, P. S. A. **Inspeção e Higiene de Carnes.** Viçosa, MG. Ed. UFV, 2008. p.36-63.

ROÇA, R. O.; **Microbiologia da Carne.** Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial. F.C.A. – UNESP, 2004. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca106.pdf>. Acesso em: 16 jun 2020.

TORNADIJO, M.E.; GARCÝA, M.C.; FRESNO, J.M.; CARBALLO, J. **Study of Enterobacteriaceae during the manufacture and ripening of San Simo´n cheese**. Food Microbiology, London, v.18, p. 499–509, 2001.

Características Químicas e Densidade básica da Madeira Juvenil e Adulta de *Hevea brasiliensis* (Willd. ExA.Juss.) Müll.Arg. aos 26 Anos

Frederico S. Barboza[1](IC)*, Andreza P. de Brito [2] (IC), Fernando T. da Silva [3] (IC), Ademilson Coneglian[4](PQ). Vagner S. do Vale[5](PQ), Carlos R. Sette Junior[6](PQ), Elias T. D. Severo[7](PQ);

[1]Graduando em Engenharia Florestal, Bolsista PIBIT- CNPq, Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária Ipameri, (sbfrederico@gmail.com); [2;3]Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri – GO; [4;5] Docente do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri - GO; [6]Docente do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Goiás Goiânia – GO; [7](*In memoriam*)Docente do Curso de Engenharia Florestal, Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

Resumo: O presente trabalho avaliou as características químicas e a densidade básica da madeira juvenil e adulta de árvores de *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 aos 26 anos. As árvores foram provenientes de um Seringal na cidade de Macaubal – SP. A árvores foram abatidas, serradas e durante o desdobro foram delimitadas madeira juvenil e adulta. Os corpos de prova foram confeccionados segundo a norma NBR 7190/1997. Foram aferidas a densidade básica e as propriedades químicas Holocelulose, Teor de Lignina e Teor de extrativos. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey e T pareado a 5% de probabilidade. A densidade básica para o lenho adulto (0,585 g.cm^3) foi superior ao juvenil (0,577 g.cm^3). Na propriedade química Holocelulose o lenho adulto (75,91%) obteve médias superiores ao lenho juvenil (74,53%). O Teor de Lignina para o lenho adulto foi 16,88% e juvenil 16,81%. Para o Teor de extrativos as médias para o lenho adulto e juvenil foram de 6,41% e 7,17%, tendo o lenho juvenil um teor de extrativos superior ao lenho adulto. Ambas as madeiras juvenil e adulta apresentam bom potencial tecnológico de uso e aproveitamento da madeira após ciclo de extração de látex.

Palavras-chave: Propriedade Física, Propriedades químicas, Seringueira adulta.

Introdução

A *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg., conhecida popularmente como Seringueira, é espécie dicotiledônea lenhosa de habito arbóreo, nativa da Amazônia e pertencente à família Euphorbiaceae, e que possui grande importância econômica devido a sua produção de látex e madeira (Furlani, *et al*., 2005; Iwakiri *et al*., 2018; Raia *et al*., 2018, Ramos *et al*., 2018).

Atualmente a *H. brasiliensis* é a terceira espécie florestal mais plantada no Brasil com uma área de aproximadamente 229.964 ha^{-1} (Embrapa, 2015; Ibá e Pötry, 2017). Apesar do grande número de plantios, a madeira da *H. brasiliensis* é pouco conhecida no meio industrial, isso devido a sua alta suscetibilidade a agentes xilófagos, assim, a madeira resultante do fim do ciclo de 30 anos da borracha é destinada principalmente a queima (BALSINGER *et al*., 2000; Faria *et al*., 2018; Raia *et al*., 2018).

Os objetivos desse trabalho é caracterizar as propriedades químicas e a densidade básica da madeira juvenil e adulta de árvores de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (Clone RRIM600) aos 26 anos de Idade.

Material e Métodos

Descrição da Área de Coleta

As árvores que foram utilizadas neste estudo foram provenientes de um Seringal na cidade de Macaubal, região noroeste do estado de São Paulo, a propriedade se localiza nas coordenadas geográficas 20º 52’ 31” S e 49º 55’ 53”, altitude de 516 m. A densidade do plantio é de 416 indivíduos por hectare e o clone que constitui o povoamento é o RRIM 600 aos 26 anos. Á área total possui 42,05 ha^{1} de floresta.

O clima da região é o tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso, Aw na classificação de Koppen. A temperatura média anual é de 24,1 ºC e a precipitação média é de 1.300mm.

Seleção e Corte das Árvores

Foram selecionadas 6 árvores de seringueira que apresentaram diâmetro a altura do peito (DAP) entre 30 e 35 cm. As árvores foram marcadas com auxílio de fita zebrada e a operação de abate foi realizada com motosserra.

Após a derrubada, as árvores foram submetidas a mensuração da classe diamétrica do topo de cada fuste e na sequência as toras foram traçadas em secções de 2,5 metros. Após o traçamento das toras, as mesmas foram transportadas para

Laboratório de Secagem e Preservação da Madeira pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP de Botucatu/SP, onde foram desdobradas em pranchas centrais de 100 mm de espessura.

Após o desdobro foi aplicado sobre as pranchas uma solução antifúngica preventiva a base de 2,4,6 – Tribromofenol a 40% de concentração conforme recomendação do fabricante. Na sequência o pranchão central foi empacotado com auxílio de uma lona preta e fita o que garantiu a não contaminação do material.

Preparo dos Corpos de Prova de Madeira Juvenil e Adulta

Os pranchões centrais de *H. brasiliensis* devidamente embalados foram levados a Marcenaria pertencente a Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu-SP, onde passaram por um novo desdobro sendo transformados em tábuas utilizando-se uma serra circular, seguindo um padrão de corte tangencial, em dimensões de 100 mm x 2500 mm. Mas devido o diâmetro das toras, houve variação na largura.

No decorrer da operação de desdobro foi realizado a delimitação de lenho juvenil e adulto conforme proposto por Ferreira (2011), onde o juvenil tem sua ocorrência da medula até 55m de raio, prosseguido da ocorrência de lenho adulto até a extremidade da tora próximo a casca. Assim, foi demarcado separadamente duas regiões (Madeira Juvenil e Madeira Adulta) em cada tabua, a partir disso, ocorreu a confecção dos corpos de prova previamente classificados em dois grupos de acordo com o tipo de lenho (juvenil e adulto).

A confecção dos corpos de prova foi baseada na NBR 7190/1997 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), onde a mesma foi adaptada. Após a fabricação do material, o mesmo foi enviado para Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, onde foi feita caracterização das propriedades químicas e da densidade básica.

Caracterização da Densidade Básica da Madeira

A determinação da densidade foi realizada conforme a NBR 7190. Foi realizada a pesagem de todos os corpos de prova logo após a retirada dos mesmos para

aferição da umidade inicial. A densidade básica foi determinada pela razão entre a massa seca e o volume saturado como na equação (1):

$$D_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \qquad (1)$$

Onde: m_s é a massa seca em g; V_{sat} é o volume saturado em cm^3.

Análise Química da Madeira

Para análise química os corpos de prova foram enviados para a Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia, onde passaram pelo processo de trituração em moinho de facas Willey, e na sequencia agitação em um agitador de peneiras intermitentes malha 40/60 mesh.

Para determinação da porcentagem absolutamente seca (*% a.s.*) foi utilizada a razão entre o peso úmido e o peso seco da fração 40/60 mesh, descrito na equação 2. O material foi seco em uma estufa de secagem com circulação de ar forçada a uma temperatura de 105±5 ºC.

$$\%\ a.s. = \frac{PS}{PU} * 100 \qquad 2$$

Onde: Ps é o peso seco; PU é o peso úmido.

Para determinação dos Extrativos Totais,
foi calculado o peso equivalente, razão entre peso total da amostra e a porcentagem absolutamente seca (*% a.s.*). Equação 3

$$Peso\ Equivalente = \frac{Peso\ total\ amostra}{\%\ a.s.} * 100 \qquad 3$$

Onde: *% a. s.* é a porcentagem absolutamente seca.

O procedimento utilizado para quantificação do Teor de Extrativos Totais foi o de extração com álcool-tolueno (1:2) por 4 horas, seguido por extração com álcool 95% por 4 horas em extrator soxlet, e uma extração final com água quente para

remover os resíduos dos solventes. O Teor de Extrativos Totais foi obtido pela equação 4.

$$\%\ E = \frac{Peso\ dos\ extrativos}{peso\ inicial\ da\ amostra} * 100 \qquad 4$$

Onde: %E é a porcentagem de extrativos; peso extrativo em g.; peso inicial da amostra em g.

A determinação do teor de Lignina iniciou com uma extração por álcool tolueno, seguida de extração com álcool 96 durante 6 ou 8 hs, logo após foi feita extração com água quente. Em seguida, o material foi seco e acrescentado H_2SO_4 e posteriormente levado à ambiente de temperatura controlada (10-12ºC). O corpo foi mantido em banho de água (18-20ºC) durante duas horas e então a solução foi fervida durante período de 4 horas após esse período ocorreu a sedimentação da lignina. O resultante foi filtrado e então o teor de lignina foi expresso pela equação 5.

$$\%\ L = \frac{Peso\ do\ residuo}{peso\ inicial\ da\ amostra} * 100 \qquad 5$$

Onde: % L é o teor de lignina em %; Peso do Resíduo é em gramas.

Na determinação do teor de Holocelulose foi feita inicialmente a remoção dos extrativos totais ea serragem remanescente foi submetida a tratamento com 3 mL de $NaClO_2$ e 2 mL de ácido acético, a seguir o material foi levado a banho-maria a uma temperatura de 70-80ºC, onde a cada 45 minutos foi adicionada a mesma quantidade de $NaClO_2$ e ácido acético. A cada 45 minutos a operação foi repetida até o total de 5 operações. Após a última operação a solução foi filtrada e seca em estufa de secagem com circulação de ar forçada a uma temperatura de 105±5 ºC. O teor de Holocelulose foi determinado na equação 6.

$$\%\ Holocelulose = \frac{Peso\ do\ residuo}{peso\ inicial\ da\ amostra} * 100 \qquad 6$$

Onde: Sendo: % Holocelulose é o teor de holocelulose, %; Peso resíduo – gramas.

Análise estatística

Foram aferidos “outliers”, distribuição dos dados e heterogeneidade da variância. Na sequência os dados foram analisados no programa Past 3 onde foram submetidos ao Teste T pareado para comparação entre lenho Juvenil e Adulto e análise de variância de medidas repetidas a 5% de significância para comparação entre as seções da madeira.

Resultados e Discussão

Houve diferença significativa entre os lenhos juvenil e adulto para a densidade básica da madeira de *H. brasiliensis* (Tabela 1), onde para o lenho adulto foi encontrado médias superiores ao lenho juvenil.

Tabela 1 - Comparativo da densidade básica dos Lenhos Juvenil e Adulto.

Densidade básica					
Lenho	**N**	**S(±)**	**Média (g. cm³)**	**t**	**p**
Juvenil	6	0,005203	0,577	3,0641	0,02797
Adulto	6	0,002678	0,585		

Sendo: Média– média dos valores; S(±) – desvio padrão da média; t – valores do teste T; p – valores estatísticos de p.

A Densidade no lenho juvenil obteve o valor de 0,577, no lenho adulto o valor de 0,585. Essa diferença pode ser explicada pela anatomia das células do lenho adulto, que dispõem de paredes celulares mais espessas, maior comprimento de fibras, menor lume e uma menor incidência de vasos (SETTE JR *et al.,*2012, HSING *et al.,* 2016; CONEGLIAN *et. al.,* 2016). A madeira de *H. brasiliensis* se enquadra como de densidade média, segundo a classificação do IPT (MAINERI; CHIMELO, 1989).

Os valores de densidade encontrados nesse trabalho, corroboram os dados descritos por Raia *et al.,* 2018, onde trabalhando com *H. brasiliensis* aos 27 anos, obteve valores de densidade variando de 0,529 a 0,622. Gil, *et al.,* 2018 avaliando árvores de Teca aos 7 anos descreveu médias que variaram de 0,39 a 0,41, valores inferiores aos encontrados nesse trabalho. Medeiros *et al.,*2016, encontrou valores

em conformidade aos descritos nessa pesquisa, para *Corymbia citriodora* aos 4 anos (0,54 a 0,61) e inferiores para *Eucalyptus urograndis* com a mesma idade (0,46 a 0,49). Dentre as propriedades que predizem a qualidade da madeira, a densidade básica se destaca como uma das principais, em razão desta refletir a associação de várias características simultaneamente (HSING *et. al*., 2016).

No comparativo entre o lenho juvenil e o lenho adulto para as propriedades química não foi encontrando diferença estatística em nenhuma das propriedades analisadas (Tabela 2). Para holocelulose os valores encontrados foram 74,53 para o lenho juvenil e 75,91 para o lenho adulto. Valores que corroboram estes foram encontrados por Raia *et al*., 2018 onde a percentual de holocelulose variou de 70,60 a 74,20 ao longo do fuste. Outros dados próximos foram encontrados por Oliveira Junior sendo estes 72,63 e 72,47, para o lenho juvenil sem e com painel, e 74,01 e 73,50 para o lenho adulto sem e com painel.

Tabela 2 - Comparativo das propriedades químicas dos Lenhos Juvenil e Adulto

HOLOCELULOSE				
Lenho	N	C.V	Média (%)	Redução ou (aumento)
Juvenil	8	3,1	74,53	(1,85) ^{NS}
Adulto	8	1,7	75,91	
TEOR DE LIGNINA				
Lenho	N	C.V	Média (%)	Redução ou (aumento)
Juvenil	8	7,3	16,81	(0,41) ^{NS}
Adulto	8	8,4	16,88	
TEOR DE EXTRATIVOS				
Lenho	N	C.V	Média (%)	Redução ou (aumento)
Juvenil	8	8,1	7,17	(11,85) ^{NS}
Adulto	8	7,4	6,41	

Sendo: N- número de repetições; C.V.- coeficiente de variação; * – diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 % de significância; NS – diferença não significativa.

Para o Teor de Lignina os valores encontrados foram de 16,81 para o lenho juvenil e 16,88 para o lenho adulto, valores estes relativamente inferiores aos encontrados por Raia *et al*., 2018 onde os valores variaram de 19,61 a 17,55 no sentido base topo. A diferença entre os percentuais de lignina pode ser reflexo de fatores intrínsecos as propriedades anatômicas e desenvolvimento do vegetal, como solo, pluviosidade e clima, variáveis estar que influenciam diretamente o desenvolvimento das plantas e diretamente suas estruturas.

Para o Teor de Extrativos, as médias foram de 7,17 para o lenho Juvenil e 6,41 para o lenho adulto, dentre as propriedades químicas analisadas esta foi a única em que o lenho juvenil obteve médias superiores ao lenho adulto. O maior teor de extrativos do lenho juvenil pode ser explicado pelo processo de cernificação que ocorre próximo a medula. Ao decorrer do desenvolvimento da árvore ocorre a inativação do xilema mais interno e com isso a deposição de extrativos além da alteração do pH da área (SILVA e TRUGILHO, 2003; PEREIRA *et al.,* 2013; CONEGLIAN, 2014; COSTA *et al*., 2017).

Considerações Finais

A caracterização da madeira juvenil e adulta de H. brasiliensis comprovou a diferenciação do lenho juvenil e adulto para a densidade, onde o lenho adulto apresentou valores superiores ao juvenil, confirmando a tendência de densidade média da espécie.

Não houve diferença significativa entre o lenho juvenil e adulto para as propriedades químicas da madeira, comprovando a homogeneidade dessa madeira e seu alto potencial tecnológico e diversas possibilidades de uso.

Recomenda-se a realização de novos estudos sobre as propriedades físicas da madeira afim de melhor avaliar seu potencial para usos mais nobres.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária Ipameri, e ao Laboratório de Produtos Florestais e Bioenergia pelo apoio, suporte e disponibilidade.

Ao Laboratório de Qualidade da Madeira e Bioenergia da Universidade Federal de Goiás, pela infraestrutura disponibilizada para confecção do trabalho.

Ao Laboratório de Secagem e Preservação de Madeira – FCA – Unesp, Botucatu, e ao professor Elias Taylor Durgante Severo (*in memoriam*).

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de Iniciação Tecnológica que viabilizou a realização desse estudo (processo nº 158935/2019-5).

Referências

BALSINGER, J. BAHDON, J.; WHITEMAN, A. **Asia-Pacific forestry sector Outlook study**: the utilization, processing and demand for rubberwood as a source of wood supply. Roma: FAO, 2000.

CONEGLIAN, A. **Tecnologia da madeira da Teca (*Tectona grandis*)**. Espécies nobres do Cerrado, Uberlândia, v.1, cap.10, pp.129-139, 2014.

CONEGLIAN, A.; CAMPOS, N. P.; SETTE JÚNIOR, C. R.; SILVA, A. R.; SOUSA JÚNIOR, A. D.; PEREIRA, I. M. Using segmented linear regression to identify juvenile and mature wood of *Tectona grandis*. **International Journal of Current Research,** v. 8, n. 11, p 42021-42024, 2016.

COSTA, A. C. S.; LEAL, C. S.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência da Madeira**, v.8 n.1, p.10-20, 2017.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira**: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

EMBRAPA (2015) **Diagnóstico do Setor de Florestas Plantadas no Estado de Goiás**. 1.ed. Embrapa Florestas, Brasília. 140p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1036395/diagnostico-do-setor-de-florestas-plantadas-no-estado-de-goias> acesso em 02 de Março de 2019.

FARIA, D. L.; TERRA, I. C. de C.; OLIVEIRA, K. M.; FURTINI, A. C. C.; JÚNIOR, J. B. G. Estudo da Porosidade e Dureza da Madeira de Seringueira (*Heveabrasiliensis*muell. arg.). **Agrarian Academy**, v.5, n.9; p.368-376 2018.

FERREIRA L. A.; SEVERO E. T. D.; CALONEGO, F. W. Determination of fiber length and juvenile and mature Wood zones from Hevea brasiliensis.trees grows in Brazil. **European Journal of Wood and Wood Products,** v.69, n.4, p.659-662, 2011.

FURLANI, R.C.M.; de MORAES, C. M. B.; de MORAES, M. L. T.; de PAIVA, J. R.; SEBBENN, A. M. Mating system in a *Hevea brasiliensis*population by isozyme loci. **CropBreedingandAppliedBiotechnology**, v. 5, p. 402-409, 2005.

GIL, J. L. A.; BARBOZA, F. S.; CONEGLIAN, A.; SILVA, M. F.; MORAES, M. D. A.; SETTE JR, C. R. Características físicas e anatômicas da madeirade Tectona grandis L.f. aos 7 anos de idade. **Revista de Ciências Agrárias**, 2018, v. 41, n. 2, p. 529-538.
HSING, T. Y.; PAULA, N. F.; PAULA, R. C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 273-283, 2016.
INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual IBÁ 2017, ano referente 2016**.<http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016.pdf> acesso em 02 de Março de 2019.
IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; RAIA, R. Z.; KEINERT, A. C.; PAULA, C. R. P. de; PROTZEK, G. R.; KOBILARZ, R. R.; SCHWEITZWER, V. R. Produção de painéis aglomerados de Hevea brasiliensis (Clone RRIM 600) em mistura com três espécies de *Eucalyptus* utilizadas pelas indústrias de São Paulo. **ScientiaForestalis**, v. 26, n. 117, p. 1-10, 2018.
MEDEIROS, B. L. M. A.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; RIBEIRO, M. X.; LISBOA, F. J. N.; GUIMARÃES, I. L.; PROTÁSIO, T. P. Propriedades físicas e químicas da madeira juvenil de *Corymbiacitriodora* e *Eucalyptusurograndis* cultivadas no Piauí. **Nativa**, v.4, n.6, p.403-407, 2016.
OLIVEIRA JUNIOR, E. F. **Determinação das propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis* em relação ao painel de extração de látex.** 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL. B. R.; SANTOS, L. C. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 217-225, 2013.
RAIA, R. Z.; IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; ANDRADE, A. S. de; JUNIOR, E. A. B. Influência da extração de látex nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Heveabrasiliensis*. **Ciência da Madeira**, v. 9 n. 3, p. 152-159, 2018.
RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. de F.; LIMA, H. R. P.; SANTOS, G. C. V. dos. Variação Intraespecífica na Anatomia do Lenho de *Heveabrasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. Relacionada à Extração de Látex. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 255-264, 2018.
SETTE JR. C. R.; OLIVEIRA, I. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M. LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **RevistaÁrvore**, v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.
SILVA, D. A.; TRUGILHO, P. F. Comportamento dimensional da madeira de cerne e alburno utilizando-se a metodologia de análise de imagem submetida a diferentes temperaturas. **Cerne**, v.9, n.1, p.056-065, 2003.

DETERMINAÇÃO E VALIDAÇÃO DE MÉTODO ANALÍTICO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE *Azadirachta indica* A. Juss. (MELIACEAE)

Luana Cristina Machado (IC)[1], Leiza Fagundes Soares (PG)[2], Eduardo Júnio Pelegrini dos Santos (IC)[3]; Joelma Abadia Marciano de Paula (PQ)[2]

e-mail: luanac689@gmail.com

[1]Graduanda do curso de Farmácia, bolsista na modalidade PIBITI/CNPq; Universidade Estadual de Goiás, Càmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET);
[2]Programa de Pós Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde (PPGCAPS); Universidade Estadual de Goiás, Càmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET);
[3]Graduando do curso de Farmácia, bolsista na modalidade PBIT/UEG; Universidade Estadual de Goiás, Càmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET);

Resumo: *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) é conhecida popularmente como neem, é uma árvore com diversas aplicações terapêuticas, com destaque ao efeito hipoglicemiante, que pode ser atribuído a um ou mais compostos químicos, incluindo os flavonoides presentes em suas folhas. Neste trabalho realizamos a validação do método analítico espectrofotométrico para a quantificação de flavonoides totais, expressos como rutina, presentes nas folhas de *A. indica.* Parâmetros estabelecidos pela RDC 166/2017 como linearidade, efeito matriz, precisão, exatidão, robustez, limite de detecção e quantificação foram estabelecidos. Para o parâmetro linearidade o coeficiente de correlação foi de 0,9971, no efeito matriz houve paralelismo entre as retas, não havendo interferência dos componentes da matriz na resposta analítica. Para a precisão, exatidão e robustez os resultados de DPR assumiram valores abaixo de 15%. Os limites de detecção e quantificação com base no desvio padrão dos resíduos foram de 21,4 µg/mL e 7,06 µg/mL, respectivamente, e com base no intercepto do eixo y, foram de 10,88 µg/mL e 3,59 µg/mL, respectivamente. Sendo assim, o método mostrou ser eficiente, simples, rápido, energeticamente barato e ambientalmente sustentável, utilizando solventes menos tóxicos e atendendo aos critérios de validação legais.

Palavras-chave: Neem. Rutina. Controle de qualidade. Fitoterápico. Hipoglicemiante.

Introdução

A espécie vegetal *Azadirachta indica* A. Juss da família Meliaceae, conhecida popularmente como neem, é uma árvore de grande porte nativa da Índia e cultivada em vários países, como o Brasil (SALEEM et al., 2018). No Brasil essa planta foi introduzida em 1993 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (ROSA et al., 2015) e é muito utilizada no âmbito da saúde. É uma planta que possui diversas propriedades farmacológicas, dentre elas atividades anti-inflamatória, antiúlcera, anti-fúngica, antitumoral e hipoglicemiante (GUPTA et al., 2017). As atividades farmacológicas que estão atribuídas a diversas partes da planta como, raiz, sementes, frutos, casca e folhas são em decorrência da presença de constituintes químicos. As folhas de *A. indica* são ricas em metabólitos secundários como, taninos, alcaloides, flavonoides, flavonas, saponinas, triterpenoides, dentre outros (SHARMA; VAQUIL, 2018).

Extratos das folhas de *A. indica* são fortes candidatos a produção de fitoterápicos com ação hipoglicemiante, pois estudos mostram que os flavonoides encontrados nas folhas possuem a função de aumentar a liberação de insulina das ilhotas de Langerhans, promovendo desse modo o efeito hipoglicemiante (ALAM et al., 2019). Os flavonoides, por estarem correlacionados com o efeito terapêutico do extrato das folhas de *A. indica* são, portanto, potenciais marcadores ativos para o controle de qualidade da droga vegetal e produtos derivados (BRASIL, 2014).

Os fitoterápicos, para serem registrados e comercializados no Brasil, devem ter qualidade, segurança e eficácia comprovadas. No que se refere à garantia da qualidade, são imprescindíveis as Boas Práticas de Fabricação e Controle (BPFC) e a realização de testes físico-químicos tanto na matéria-prima vegetal, como nos produtos derivados e acabados, dentre eles: identificação química, prospecção fitoquímica, testes de pureza e integridade, granulometria, pH, viscosidade, solubilidade, teor de cinzas e teor de marcadores (BRASIL, 2014). Para realização dos testes de controle de qualidade de matérias-primas vegetais e fitoterápicos devem ser obedecidos métodos e critérios presentes em farmacopeias reconhecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ou, na ausência de um

método farmacopeico, o método analítico deverá ser validado pela empresa (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017). A validação dos métodos analíticos deve cumprir os parâmetros preconizados pela RDC 166/2017, a fim de buscar evidências de que o método é adequado para o uso pretendido (BRASIL, 2017). O objetivo deste trabalho foi determinar e validar um método analítico espectrofotométrico para quantificação de flavonoides nas folhas de *A. indica*, e ao mesmo tempo atender critérios de eficiência, simplicidade, rapidez, baixo custo e sustentabilidade do método.

Material e Métodos

- Obtenção do material vegetal

O material botânico, constituído pelas folhas de *A. indica*, foi coletado na Embrapa Arroz e Feijão, localizada na cidade de Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás (S16º 30’ 26,0994”; O 49º 16’ 58,8720”; Altitude: 821 m). Uma exsicata foi depositada no Herbário da Universidade Federal de Goiás nº UFG-48590. As folhas foram dessecadas a 40°C em estufa com circulação de ar e pulverizadas em moinho de facas.

- Pesquisa bibliográfica por métodos analíticos

Inicialmente foi selecionado e adaptado um método espectrofotométrico aplicável para a determinação de flavonoides totais presentes nas folhas de *A. indica*. Para isso, realizou-se uma busca de métodos já existentes que quantificassem flavonoides em extratos vegetais, os quais já foram publicados na Farmacopeia Brasileira 6º ed. (BRASIL, 2019) e também em artigos científicos. Foram investigados quatro métodos analíticos, em triplicata e posteriormente realizaram-se os cálculos dos teores de flavonoides expressos como quercetina ou rutina, conforme segue:

• Método de doseamento de flavonoides totais, expressos em quercetina, descrito na monografia do sabugueiro (BRASIL, 2019);

• Método do sabugueiro adaptado (BRASIL, 2019), substituindo o refluxo, na etapa da extração, por extração em banho de ultrassom, a 60ºC, por 30min;

• Método descrito por Rolim et al. (2005) adaptado, para o doseamento de flavonoides totais expressos como rutina, utilizando etanol 70%(p/p), extração em banho de ultrassom em temperatura ambiente e leitura em espectrofotômetro a 364nm;

• Método descrito por Rolim et al. (2005) adaptado, para o doseamento de flavonoides totais expressos como rutina, utilizando etanol a 50%(p/p), extração em banho de ultrassom a 60ºC e leitura em espectrofotômetro a 364nm.

- Validação do método analítico espectrofotométrico

A validação do método analítico espectrofotométrico foi realizada em concordância com os parâmetros estabelecidos pela RDC 166/2017 (BRASIL, 2017).

A linearidade foi expressa a partir da análise de regressão linear obtida das leituras das absorvâncias de sete concentrações (20 a 80 µg/mL) do padrão rutina (Sigma) preparadas em etanol 50% (p/p) de maneira independente, em triplicata.

Para o preparo das amostras de extrato de *A. indica*, utilizadas na determinação dos parâmetros de validação do método (efeito matriz, precisão, exatidão e robustez) transferiu-se 1g da droga vegetal para um balão de 10mL, completou-se com etanol a 50% (p/p). Esse material foi mantido em ultrassom (frequência 40KHz e potência 154W) por 30 minutos a 60°C, em seguida filtrou-se as amostras em papel de filtro e 100µL do filtrado foi diluído em 3900µL de solução composta por etanol e ácido acético 0,02M (99:1). As absorvâncias foram lidas em espectrofotômetro a 364nm, utilizando etanol e ácido acético 0,02M (99:1) como branco.

O efeito matriz foi verificado a partir da construção de duas curvas analíticas: uma obtida de amostras do extrato preparadas sem adição do padrão rutina e outra de amostras do extrato fortalecidas com o padrão rutina, ambas de forma a obter 5 níveis de concentrações de flavonoides totais, expressos como rutina dentro do

intervalo linear (40 a 80 µg/mL). Todas as amostras foram preparadas em triplicata e de forma independente (BRASIL, 2017).

A precisão do método foi expressa por meio da reprodutibilidade (intradia) e da precisão intermediária (interdia), a partir da leitura das absorvâncias de seis amostras preparadas de maneira independente (a 100% da concentração de flavonoides totais, expressos como rutina).

A exatidão foi verificada pelo método da recuperação, pelas leituras das absorvâncias de amostras preparadas em triplicada em concentrações relativas ao intervalo linear (baixa (80%), média (100%) e alta (120%)), e amostras fortalecidas com o padrão (50µg/mL) nestas mesmas condições, em triplicata. A exatidão foi calculada para cada nível de acordo com a Equação abaixo (BRASIL, 2017).

Recuperação = (CA (amostra adicionada)-CA (amostra))/CTA x 100

Em que: CA – concentração experimental do analito; CTA – concentração teórica do analito

A robustez foi estabelecida pela determinação das concentrações de flavonoides presentes nas amostras após pequenas variações no método, como do comprimento de onda (364nm e 365nm) e solvente extrator (metanol e etanol), verificando a capacidade do método de resistir às pequenas variações das condições analíticas. O limite de detecção e quantificação foram estabelecidos segundo os parâmetros da curva analítica e calculados conforme as Equações abaixo (BRASIL, 2017):

LD= (3,3*σ)/IC LQ= (10* σ)/IC

Em que: LD – limite de detecção; LQ – limite de quantificação; σ – Desvio padrão (DP) calculado de duas formas, DP do intercepto com o eixo Y e DP residual da linha de regressão; IC – inclinação da curva de calibração.

Todas as análises estatísticas foram processadas pelo software Action Stat (versão 3.5) acoplado ao Excel 2016 (Action stat, 2014).

Resultados e Discussão

- Escolha do método analítico

Conforme resultados demonstrados na Tabela 1, a comparação entre os métodos 1 e 2 denota que ao adaptar o método trocando o refluxo por ultrassom o teor de flavonoides dobra, porém o método ainda utiliza solventes tóxicos como metenamina, acetona, ácido clorídrico, acetato de etila e metanol. A comparação entre os métodos 3 e 4, que utiliza banho de ultrassom na extração, mas altera os solventes passando de etanol a 70%(p/p) para etanol a 50%(p/p) e temperatura de 60ºC, o teor de flavonoides triplicou. Sendo assim, o método escolhido para a extração de flavonoides totais das folhas de *A. indica* foi o método 4, proposto por Rolim et al. (2005) com adaptações em três parâmetros (etanol a 50%(p/p), ultrassom a 60ºC e leitura em espectrofotômetro a 364nm) pois mostrou ser o método mais eficiente proporcionando uma maior extração de flavonoides das folhas de *A.indica* além de ser o método mais simples, rápido, energeticamente mais barato e ambientalmente mais sustentável.

Tabela 1 – Teor de flavonoides totais obtidos a partir de 4 métodos analíticos.

Teor de flavonoides totais (%)	
Expressos como quercetina	Expressos como rutina
Método 1: 0,45% (±0,0070)	Método 3: 0,11% (±0,0115)
Método 2: 0,84% (±0,0312)	Método 4: 0,34% (±0,0314)

- Validação do método analítico

Linearidade: O método proposto apresentou uma correlação linear (R^2=0,9971) superior ao preconizado em legislação, comprovando que a resposta analítica é proporcional a concentração do analito, conforme mostra a Figura 1. A equação da reta e o valor de correlação linear foram estimados a partir do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO). A análise dos resíduos mostra o quanto o modelo é preditivo a partir de uma distância mínima entre o valor real e o valor estimado. A análise visual dos gráficos (Figura 2) mostra a aleatoriedade da distribuição dos pontos. Para comprovar a homocedasticidade, deve-se confirmar a hipótese nula através do teste de normalidade e independência dos resíduos, ao nível de

significância de 5%. A normalidade foi avaliada pelo teste de Anderson-Darling, cujo valor de *p* foi de 0,1523 e a independência foi avaliada pelo teste de Durbin-Watson, cujo valor de *p* foi 0,0759. Portanto, os resíduos são independentes e apresentam distribuição normal.

Figura 1 – Curva de calibração média para o padrão rutina no intervalo de concentração de 20 a 80µg/mL.

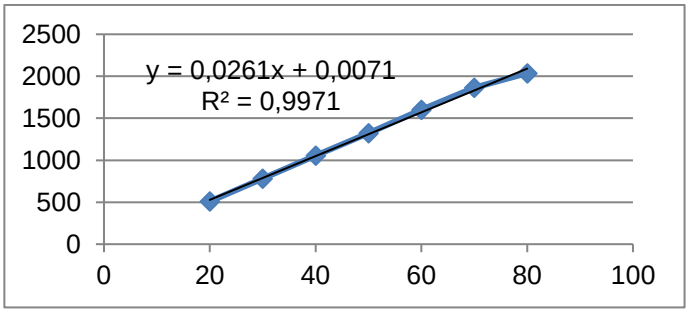
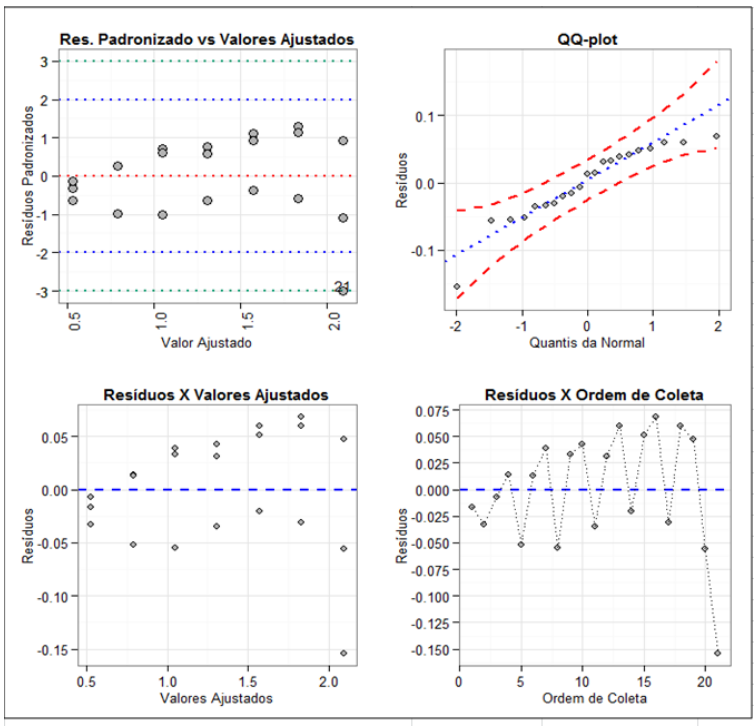


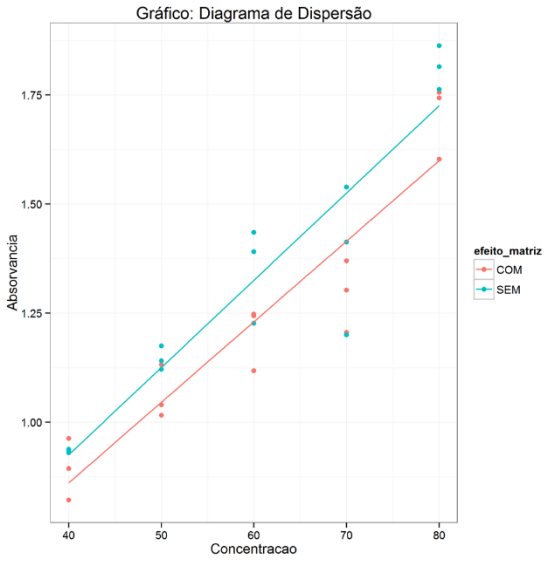
Figura 2 – Análise da dispersão dos resíduos para a linearidade do método espectrofotométrico.



A linearidade mostra a capacidade do método em gerar uma resposta analítica em função da concentração do analito, portanto o método pretendido é adequado para o uso, sendo, homocedastico, coeficiente de correlação linear acima de 0,99, os resíduos foram independentes e obteve distribuição normal (BRASIL, 2017).

Efeito matriz: A Figura 3 mostra o gráfico de dispersão gerado para as curvas de calibração construídas utilizando a substância química de referência (rutina) e a amostra fortificada com a substância química de referência. A análise dos testes de comparação (teste F) obtiveram para a igualdade do intercepto *p*=0,984333341, paralelismo *p*=0,59499914 e coincidência *p*=0,069867601, a um nível de significância a 5%. Concluiu-se que não houve interferência dos componentes da matriz na resposta analítica.

Figura 3 – Diagrama de dispersão das absorvâncias a 364nm, construídas com a substância química de referência (rutina) e a amostra (extrato das folhas de Azadirachta indica) fortificada com a substância química de referência no intervalo de concentração de 40 a 80µg/mL.



Precisão, exatidão e robustez: Os resultados obtidos para a precisão, exatidão e robustez são apresentados na Tabela 2. A partir do método de recuperação obteve-

se a exatidão do método, as amostras reforçadas com o padrão rutina obtiveram uma recuperação média de 120,8% e DPR de 12,53%. Na robustez do método, o DPR para as concentrações de flavonoides totais expressos como rutina obtidos em leitura a 363nm em espectrofotômetro foi de 4,85% e para as leituras a 365nm foi de 5,36%, e o DPR entre os dois comprimentos de onda foi de 6,98%. Os valores de DPR encontrados quando se variou os solventes utilizados foram de 3,22% utilizando o solvente metanol e 3,35% utilizando o solvente etanol, e o DPR entre os dois solventes utilizados foram de 5,24%. De acordo com a Instrução normativa Nº 4 de 2014, estabelece que os resultados de DPR não devem ser superiores a 15% (BRASIL, 2014).

Tabela 2 – Resultados obtidos para a precisão e robustez (dados em concentração (µg/mL)) e porcentagem de recuperação para a exatidão do método analítico espectrofotométrico

Precisão (µg/mL)		Exatidão		Robustez (µg/mL)			
Analista 1	**Analista 2**	**Amostras**	**Recuperação(%)**	**363nm**	**365nm**	**Metanol**	**Etanol**
49,22	44,97	80%	142,68	50,03	48,84	44,97	49,22
48,27	45,05		92,87	53,67	50,57	44,97	48,27
47,19	41,83		139,92	52,21	46,31	43,67	47,19
50,49	40,68	100%	118,46	47,65	45,20	42,98	50,49
47,73	42,18		109,11	51,60	46,81	43,13	47,73
45,85	44,59		118,62	54,55	43,55	46,73	45,85
DPR(%) Intradia		120%	110,49				
3,35	4,36		134,55				
DPR(%) Interdia			121,22				
6,702							

Limite de quantificação e detecção: Para a presente pesquisa, os limites de detecção e quantificação, estimados com base no desvio padrão do intercepto com o eixo y, foram de 3,59µg/mL e 10,88 µg/mL, respectivamente. Esses mesmos limites estimados com base no desvio padrão dos resíduos foram de 7,06 µg/mL e 21,4 µg/mL, respectivamente.

Considerações Finais

O método para a determinação de flavonoides expressos como rutina em extratos da folha de *Azadirachta indica* mostrou ser eficiente, simples, rápido, energeticamente barato e sustentável, utilizando solventes menos tóxicos e atendendo a todos aos critérios de validação preconizados pela RDC 166/2017.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás – UEG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Referências

Action Stat, 2014. Estatcamp, Consultoria em estatística e qualidade. Versão3.5.152.34. Equipe Estatcamp, São Carlos, **http://www.portalaction.com.br/**(acessado em Maio de 2019).

ALAM, F. *et al*. Enzymes inhibitors from natural sources with antidiabetic activity: A review. **Phytotherapy research**, v. 33, n. 1, p. 41-54, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Nº 4, 18/06/2014. **Guia de orientação para registro de Medicamento Fitoterápico e registro e notificação de Produto Tradicional Fitoterápico.** Brasília: ANVISA, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária. Guia nº 10, de 30 de agosto de 2017. **Guia para tratamento estatístico da validação analítica.** Brasília: ANVISA, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 166, 24/07/2017. Dispõe sobre validação de métodos analíticos. Brasília: ANVISA, **Diário Oficial da União**, nº 141. Julho, 2017.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 6. ed. Brasília: Anvisa, 2019. vol.1.

GUPTA, S. C. *et al*. Neem (*Azadirachta indica*): An Indian traditional panacea with modern molecular basis. **Phytomedicine**, v. 34, p. 14-20, 2017.

ROLIM, A. *et al*. Validation Assay for Total Flavonoids, as Rutin Equivalents, from *Trichilia catigua* Adr. Juss (Meliaceae) and *Ptychopetalum olacoides* Bentham (Olacaceae) Commercial Extract. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 4, p.1015-1019, 2005.

ROSA, M. F. *et al*. Avaliação histológica do pâncreas de ratos diabéticos tratados com extratos de *Azadirachta indica* (neem) e estreptozootocina 6 ch. **Nucleus Animalium**, v. 7, n. 1, p. 2-2, 2015.

SALEEM, S. *et al*. A comprehensive review of phytochemical profile, bioactives for pharmaceuticals, and pharmacological attributes of *Azadirachta indica*. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 7, p. 1241-1272, 2018.

SHARMA, V.; VAQUIL. A review on medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). **The Pharma Innovation Journal**, v.7, n.4, p. 648-649, 2018.

Ensino por investigação para práticas experimentais: formação continuada de professores de escolas de tempo integral de Goiás

Beatriz Felintro de Souza [1]*, Juliana Simião-Ferreira [2]

1 Bolsista PIBITI/CNPQ Estudante (IC) befelintro@gmail.com*

2 Docente Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Goiás

Resumo: Este trabalho tem por objetivo elaborar o material sobre ensino investigativo do curso de formação continuada para professores modulados no componente curricular Práticas experimentais da rede pública do estado de Goiás. A formação para práticas experimentais foi elaborada pela parceria entre a UEG (este projeto de pesquisa e mestrado Profissional Ensino de Ciências) e a Superintendência de Educação Integral/SEDUC, em um formato de c urso online n a plataforma *Classroom* para 63 professores de diferentes cidades do Estado. Foi preparado e disponibilizado conteúdos teóricos com aula online, como material bibliográfico e vídeo aulas, bem como, exemplos de aulas práticas de Ciências da Natureza e Matemática, seguindo a abordagem investigativa, que poderão ser adaptados. Os resultados mostram que o uso de ferramentas digitais para formação continuada e qualificação dos docentes é útil para romper as barreiras geográficas e temporais, incentivando e permitindo a interação a fim de reestruturar e aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos na formação inicial de modo que venha a contribuir com a metodologia do ensino por investigação para o novo componente curricular de práticas experimentais, que incentiva a construção do pensamento crítico científico.

Palavras-chave: Educação científica. Formação de professores. Educação básica. Curso *online*.

Introdução

De acordo com Barbosa, Ursi (2019) o campo educacional também necessita acompanhar o ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico e social e a formação continuada de professores contribui para que o professor, no seu papel de educador,

possa assumir posicionamento inovador buscando abordagens de ensino que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, é nítida a notoriedade da formação inicial e continuada para os profissionais da educação básica, uma vez que, estes são responsáveis por formar a base da sociedade, levando em consideração os diferentes contextos sociais, articulando teoria e prática pensando no bem comum, por meio da interdisciplinaridade, contextualização (Dourado, 2015).

Para Bassoli (2014) existem diferentes concepções e formas de utilizar atividades práticas experimentais dentro do contexto escolar, e essa pluralidade dificulta o exercício do docente, uma vez que, há pouca familiarização com essas definições, porém, existe um consenso da sua importância para o processo ensino aprendizagem. A prática experimental articulada com ensino por investigação, permite que os alunos deixem de ter uma visão imprecisa e estereotipada sobre o fazer e o aprender ciências, tendo como resultado uma visão crítica, desenvolvendo habilidades e competências com caráter argumentativo da atividade científica (MORI, CURVELO; 2018).

Espera-se, desse modo, contribuir com material de suporte sobre o ensino de ciências por investigação, oferecendo um espaço/sala virtual para relato de experiência, trabalhos científicos com essa abordagem, para que através disso a abordagem investigativa seja compreendida e aplicada nas aulas de práticas experimentais para possibilitar aos estudantes um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da ciência e do bem comum.

Material e Métodos

Devido a alteração do antigo Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás para o novo Documento Curricular para Goiás - Ampliado, fundamentado na Base Nacional Comum Curricular, o curso de formação inicial proposto no projeto inicial, se tornou inviável, pois, as expectativas de aprendizagem, agora, habilidades e competências, já não correspondem ao conteúdo do livreto Todo dia é dia de ciências. Entretanto, foi realizada uma parceria entre PPEC/UEG e a Superintendência de Educação Integral/SEDUC para formação de professores acerca de Práticas Experimentais, a qual, por meio desta iniciação científica, foi proposto a criação de um ambiente interativo para formação de 63 professores de 22 Centro de Educação em Período Integral (CEPI), com um encontro presencial, no mês de Abril.

No primeiro encontro presencial de formação seria apresentado o ambiente interativo e algumas práticas possíveis de serem realizadas em sala de aula de acordo com o material “Todo dia é dia de Ciências”. Este encontro teria a intenção de fomentar o uso do ensino por investigação, acompanhamento de como as aulas estavam sendo desenvolvidas por meio da plataforma *online Classroom* e, posteriormente, mais dois encontros presenciais, um em junho e outro em outubro finalizando o trabalho e certificando os professores que participaram da formação durante todo o período.

Porém, em função da pandemia, o material do curso de formação para práticas experimentais foi elaborado em um formato de curso *online* na plataforma *Classroom* do *Google* com objetivo de auxiliar todos os professores que estão modulados no componente curricular Práticas experimentais da rede estadual do estado de Goiás. Foi preparado e disponibilizado conteúdos teóricos, como material bibliográfico e aulas, bem como, exemplos de aulas práticas de Ciências da Natureza, seguindo o método investigativo, que poderão ser adaptados para qualquer tema.

As aulas sugeridas foram adaptações do material " Todo dia é dia de Ciência" que é utilizado como material de orientação para as Práticas Experimentais, para que possuam um caráter investigativo, como é exigido baseando-se em procedimentos investigativos que favorecem a definição de problemas, levantamento de dados, compartilhamento de ideias e atividades que considerem as experiências de aprendizagem dos estudantes.

Resultados e Discussão

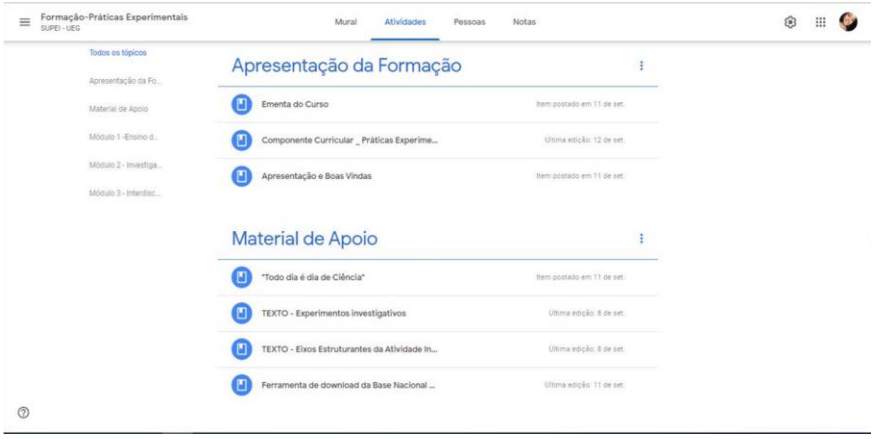
Em parceria entre a iniciação científica, o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências PPEC/UEG e a Superintendência de Educação Integral/SEDUC, foi criado um curso de formação continuada. A plataforma para elaboração e acompanhamento do curso foi o *Classroom*, sala de aula virtual gratuita (Figura 1), de fácil acesso por meio do compatível com aparelho celular e computador, por ser integrada ao Google gmail e Google Drive. Além disso, permite a interação entre professores e alunos por meio de compartilhamento de conteúdo, discussões, comentários entre outras mídias (Martins e colaboradores, 2019).

Figura 01: Página inicial do Curso de Formação Práticas Experimentais no curso de formação para professores da rede estadual da Secretaria de Educação de Goiás.

Fonte: Própria autora

O curso foi dividido em quatro módulos, até o ministrado o módulo 1 - Ensino de Ciências Por Investigação (Figura 02), contemplando a introdução ao curso com materiais sobre experimentos investigativos e o eixo estruturante do mesmo, proposta de sequência de ensino investigativo com experimentos adaptados do Livro todo dia é dia de ciências (Santos et al. 2016) e atividade de planejamento de atividades investigativas. O curso está ativo de forma remota, monitorado pela equipe da superintendência de educação integral e a equipe de professores da UEG, tendo como participantes 63 professores da educação básica de todo o estado de Goiás, mostrando a eficiência da gestão pública do Estado em oferecer o curso de formação continuada gratuita.

Figura 02: Materiais de apoio disponibilizados no curso de formação para professores da rede estadual da Secretaria de Educação de Goiás.



Fonte: Própria autora

Para Silva, Nunes (2020) o Estado brasileiro vem deixando de cumprir suas responsabilidades com a educação pública, uma vez que, está permitindo que o

empresariado assuma parte dessas responsabilidades para que se obtenha lucros. Apesar da formação continuada ser vista como boa fonte geradora de lucro, esta é extremamente necessária para qualificação dos docentes para que possam complementar, reestruturar e aperfeiçoar seus conhecimentos, mudando assim a qualidade do ensino.

Nossos resultados mostraram o quão importante é o papel do Estado em oferecer cursos de formação continuada gratuitos e de qualidade aos professores da educação básica, pois, os professores são incentivados a participar, criar e compartilhar suas ideias, experiências, de modo que venha a contribuir com a metodologia do ensino por investigação para o novo componente curricular de práticas experimentais, que incentiva a construção do pensamento crítico científico, a partir da interdisciplinaridade e contextualização, onde a experimentação desempenha um papel significativo no processo de ensino aprendizagem dos alunos (SILVA; MARQUES; MARQUES; 2020). Todos os professores convidados, acessaram o curso por meio do código: “aigdgpu”, já estão participando das atividades propostas e interagindo por meio dos comentários e mural do curso, desta forma, o retorno é positivo por parte dos participantes.

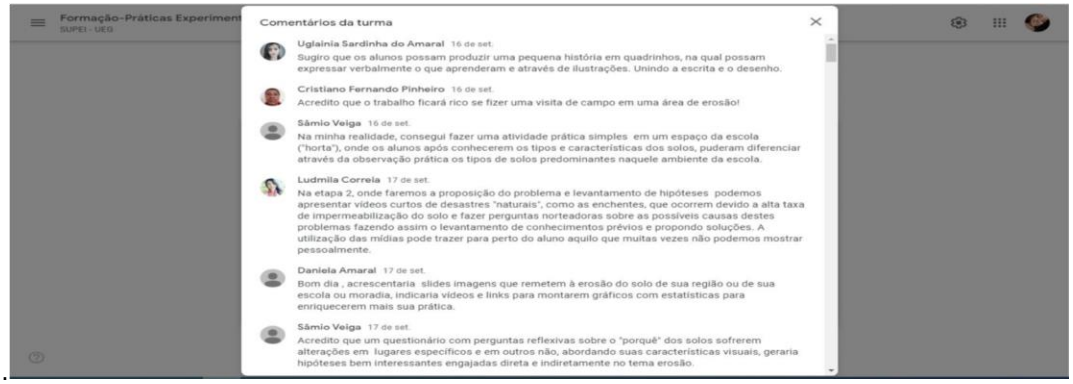
Para Machiavelli, Cavalcante (2020) as diversas possibilidades de interação que o ambiente virtual possui, seja por resolução ou criação de atividades, reuniões, debates, produção de conteúdos, entre outras, proporcionam uma configuração interativa, motivadora para que os cursistas sejam independentes e proativos, aproveitando melhor o tempo e espaço destinado à aprendizagem eficaz. Neste momento de pandemia e isolamento social, o uso da plataforma totalmente online facilitou a integração de professores de todo o estado, permitindo a interação por meio

dos comentários no mural ou nas atividades (figuras 03 e 04), além disso, reuniões síncronas com participantes e professoras, para discutir novas formas de planejar e executar as aulas práticas quando as aulas presenciais retornarem.

Figura 03: Espaço destinado às atividades do curso de formação para professores da rede estadual da Secretaria de Educação de Goiás.

Fonte: Própria autora

Figura 04: Interação entre os cursistas no comentário da primeira atividade realizada no curso de formação para professores da rede estadual da Secretaria de Educação de Goiás.



Fonte: Própria autora

Considerações Finais

A criação deste curso de formação continuada, pensado e elaborado pela iniciação científica, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências PPEC/UEG e a Superintendência de Educação Integral/SEDUC, foi de grande relevância para o meu crescimento pessoal e profissional, pois, houveram diversos fatores que impossibilitaram realizar o trabalho proposto no projeto inicial. Entretanto, com as reuniões e discussões sobre a necessidade que os docentes de práticas experimentais estavam enfrentando com a criação deste novo componente curricular, foi possível adaptar o nosso material para suprir as dificuldades que há em planejar e aplicar melhores metodologias para maior aproveitamento de suas aulas.

Neste momento de pandemia, causado pelo novo Covid-19 e suspensão das aulas presenciais em todos os níveis escolares, desde março, em todo o estado de Goiás, as ferramentas digitais tornaram viável o curso de formação continuada para os professores da rede estadual, que estão empenhados em buscar novas metodologias que possibilitem a interdisciplinaridade que as aulas práticas experimentais exigem,

além disso, o ambiente virtual proporciona uma flexibilidade do horário, tendo assim um maior aproveitamento por parte do cursistas. Ao final do curso, os participantes receberão o certificado de conclusão do curso de formação continuada emitido pelo Mestrado Profissional em Ensino de Ciências PPEC/UEG.

Agradecimentos

Agradeço ao **C NPQ** no desenvolvimento deste trabalho, através da concessão de bolsa de pesquisa, a Superintendência de Educação Integral/SEDUC e Mestrado Profissional em Ensino de Ciências PPEC/UEG pela parceria no desenvolvimento e realização do curso de formação continuada.

Referências

BARBOSA, P.P; URSI, S. Motivação para formação continuada em Educação a Distância: um estudo exploratório com professores de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Vol. 18, Nº 1, 148-172 ,148 Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Brasil, 2019.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciênc. Educ.** Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

DOURADO, L.F; Diretrizes Curriculares Nacionais Para a Formação Inicial e Continuada Dos Profissionais Do Magistério Da Educação Básica: Concepções e Desafios. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 36, nº. 131, p. 299-324, abr.-jun., 2015.

MACHIAVELLI, Josiane Lemos; CAVALCANTE, Patricia Smith. Formação Docente Continuada Baseada em Cursos Abertos Massivos Online (MOOCs): Experiência da Universidade Federal de Pernambuco durante a Pandemia pelo Coronavírus. *In* : CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 5. , 2020, Evento

Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 655-661. DOI: https://doi.org/10.5753/ctrle.2020.11446.

MARTINS, J.; TELES, A.; VIANA,, D.; SILVA, F.J.; COUTINHO, L.; TEIXEIRA, S. Avaliação do Google Sala de Aula como Ferramenta de Apoio ao Processo de Ensino-aprendizagem em um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas Presencial. **Revista Novas Tecnologias na Educação.** V. 17 Nº 3, dezembro, 2019.

MORI, R.C; CURVELO, A.A.S; A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos. RBPEC 18(3), 795–818. Dezembro, 2018.

SANTOS, M.L et al. **Todo dia é dia de ciência**: Ar, água e solo. 1. ed. Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2016.

Silva, J. M. N. da, & Nunes, V. G. C. Formação continuada docente: uma análise a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996) e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica (Resolução CNE-CP 2/2015). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8,353985150, 2020.

SILVA, M. E. O. DA; MARQUES, P. R. B. DE O.; MARQUES, C. V. V. C. O. O Enredo Das Aulas Experimentais No Ensino Fundamental: Concepções De Professores Sobre Atividades Práticas No Ensino De Ciências. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 1, p. 271-288, 1 maio 2020.

OS SABERES E FAZERES MATEMÁTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: na perspectiva da Etnomatemática

João Pedro Marques Oliveira[1] (IC)* email: joaopedro.mat.go@gmail.com, Rodrigo Bastos Daude (PQ)

[1] Universidade Estadual de Goiás, Curso de Matemática, Campus Cora

Resumo: Esse estudo que tem por objetivo compreender a matemática e a cultura nos canteiros de obras a partir de uma perspectiva Etnomatemática, também busca discutir a seguinte pergunta: “Quais são as relações entre os saberes e fazeres dos pedreiros que atuam na construção civil em comparação a matemática acadêmica?”, para isso buscamos entender a matemática como criação humana. Essa pesquisa analisa os diversos tipos de conhecimentos e seu desenvolvimento, com foco no conceito de ciências e matemática em ambiente informais, em seguida conceitua os saberes matemáticos por meio da Etnomatemática como uma relação cultural, chegando assim ao estudo das práticas culturais dos pedreiros da cidade de Heitoraí-Go para descrever os processos e técnicas matemáticas utilizadas pelos trabalhadores na relação com a matemática acadêmica. Para realização do trabalho foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo, no qual foi feito uma pesquisa de campo no ambiente natural dos trabalhadores. Para a produção de dados foi feito entrevistas com análise de conteúdo nos dados produzidos em campo. Ao final esperamos valorizar os trabalhadores na área da construção e todos grupos culturais, culturas e saberes de modo que nenhuma se sobreponha a outra.

Palavras-chave: Conhecimento. Cultura. Construção Civil. Etnomatemática. Saberes e Fazeres. Ensino informal.

Introdução

O presente trabalho parte da reflexão sobre a desvalorização dos saberes e fazeres dos trabalhares que atuam na construção civil a partir de um olhar Etnomatemático. Para isso foi necessário compreender a concepção de cultura, para entender as práticas culturais desses sujeitos e ao mesmo tempo estabelecer uma relação da matemática utilizadas por eles com a matemática dita acadêmica.

Esse trabalho foi realizado com a intenção de evidenciar a matemática informal utilizada pelos trabalhadores na construção civil para valorização dos saberes e fazeres desses sujeitos. Acreditamos que dessa proposta é a oportunidade de mostrar que a matemática utilizada na construção civil possui uma correspondência com a que é estudada nos cursos de graduações, porém, transmitida e dialogada de uma forma diferente.

Do mesmo modo expomos que a cultura está relacionada diretamente com a pesquisa, pois os sujeitos compartilham traços culturais e práticas que os caracterizam como um grupo social significativo e dessa forma buscamos apontar que a cultura de cada grupo social tem sua importância na sociedade, que não há nenhuma cultura mais relevante que outra ou mais rica, nesse caso a matemática desses trabalhadores fazem parte da cultura daquele grupo de pessoa.

Diante dessas inquietações surge a seguinte pergunta: “Quais são as relações entre os saberes e fazeres dos trabalhadores da construção civil com os conhecimentos da matemática científica?”. Para tentar responder essa pergunta, se estabeleceu como objetivo: compreender a matemática e a cultura nos canteiros de obras a partir de uma perspectiva Etnomatemática, para valorização dos saberes e fazeres matemáticos dos trabalhadores na área da construção civil, entendendo a matemática como criação humana.

Material e Métodos

De modo geral essa pesquisa tem um olhar qualitativo e ao mesmo tempo descritivo na qual buscou compreender o sujeito e suas práticas culturais. Segundo Fernandes (2008) esse tipo de pesquisa tem a intenção de descrever e analisar os significados dos dados, sem exigir unicamente as ferramentas matemáticas, foi escolhido esse tipo de pesquisa porque produz um melhor contato com os sujeitos da pesquisa que neste caso são os pedreiros da cidade de Heitoraí-Go.

Para a produção de dados foi realizado uma pesquisa de campo que de acordo com Fernandes (2008) é efetuada em um ambiente natural, sem a intervenção do

pesquisador. Na pesquisa de campo foi empregado o uso de entrevista, Marconi e Lakatos (2003) afirmaram que é um diálogo entre duas pessoas sobre um determinado assunto e as entrevistas foram realizadas de forma individual com sete pedreiros da cidade de Heitoraí-Go, conforme a figura 1 mostra.

Figura 1 – Roteiro da entrevista

ENTREVISTA

Objetivo: Entender e identificar os conhecimentos matemáticos que são utilizados pelo os pedreiros nos canteiros de obras
Categorias da entrevista
Identificação do sujeito (nome, idade, escolaridade, familiares)
Origem cultural do sujeito (por que você é um pedreiro, tem quantos anos que o senhor trabalha essa profissão? Tem uma relação familiar, você quer que seus filhos seja pedreiros? Por que?)
Identificar os saberes matemáticos (pegar a primeira resposta e fazer uma relação matemática, pegar os elementos da pratica e começar um dialogo a partir o que ele está fazendo naquele momento, qual foi a coisa mais difícil que o senhor aprendeu na sua profissão? Como o seu chama isso, “brincadeira o senhor saber que isso chama isso”, onde está a matemática no seu dia-a-dia)
Confiabilidade da matemática na obra (as garantias que isso vai dar certo, e não vai cair ou que não vai ficar reto)

Fonte: autor.

Por meio da realização da entrevista foi estabelecido um diálogo com os sujeitos no qual ocorreu a produção de dados, que proporcionou um entendimento sobre a identificação, origem cultural e a quais e como ocorreu os saberes matemáticos na construção civil.

Resultados e Discussão

Temos que ressaltar que a devido ao estágio da pesquisa, os resultados e discussões ainda são eminentemente teóricos porque os resultados da pesquisa de

campo ainda estão sendo processados, por já é possível pensar uma resposta por meio do material teórico.

Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico

O trabalho busca compreender melhor o conceito do conhecimento para pontuar as diferenças entre o conhecimento científico e o conhecimento do cotidiano, para isso foi necessário investigar o desenvolvimento do estudo científico no decorrer do tempo.

Para Santos (2008) a chamada ciência moderna foi estabelecida a partir da revolução científica do século XVI, tendo como base as ciências naturais do movimento racionalista, o qual o Santos (2008) chamou de paradigma dominante. No dizer de Chalmers (1993) a ciência é construída sobre fatos, a partir da observação e realizações de experimentos, para realização e produção dados, e analisá-los sem nenhuma ideia preconcebida.

Esse movimento gerou uma nova forma de ver o mundo e a vida, dividindo assim os conhecimentos em senso comum e saber científico. O conhecimento científico tinha como base as ferramentas matemática, pois os cientistas nessa época acreditavam que a natureza tinha uma relação muito forte com a matemática.

Diferente do conhecimento científico o senso comum acontece por meio da prática, tendo como característica que não há a necessidade do conhecimento ser provado cientificamente, e esse é exatamente a expressão do rompimento do conhecimento científico e do senso comum.

Observando os apontamentos sobre a evolução científica no decorrer do tempo, é possível afirmar que ocorreu uma mudança no olhar das ciências sobre a valorização do senso comum, e até mesmo a importância do senso comum para a produção dos conhecimentos científicos.

Na opinião de Santos (2008) o senso comum é transparente e superficial. Diante disso, esse tipo de conhecimento é transparente devido a facilidade de ser

percebido, no qual ocorre um desprezo pelas estruturas cientificas, porém, Santos (2008) alegou que devido esse desprezo as próprias pessoas capturam as informações pelo horizonte mais grande em relação as pessoas que tem uma epistemologia mais avançada.

Mediante essas observações é possível afirmar que ocorreu uma mudança no ponto de vista sobre o que é conhecimento, o qual também foi necessário pensar em novas ferramentas metodológicas, levando a aceitação de diversos conhecimentos e várias formas diferentes para a produção de conhecimento, dessa maneira há também inúmeros conhecimentos o qual existe diferentes métodos para o ensino de ciências e matemática.

Refletindo sobre a Etnomatemática

Durante vários anos somente a ciência ocidental era aceita como única e verdadeira, tendo assim uma desvalorização das culturas e dos conhecimentos produzidos pelos outros povos.

Na visão de Esquincalha (2004) esse pensamento reinou por vários anos, até meados do século XX. Com o surgimento de novas formas de comunicações e de produção de informações começou-se a repensar sobre o que é conhecimento científico. Dessa forma as pessoas começaram a ver as culturas dos povos não ocidentais com outro olhar, então tem-se uma busca pela compreensão e valorização.

Esquincalha (2004) detalha as experiências do professor D'Ambrosio como diretor do programa de doutoramento da UNESCO, em Mali, na África, que ao conversar com os nativos notou que a Matemática do "Primeiro Mundo" não havia uma relação com o cotidiano desse povo. Ao referir a Matemática do Primeiro Mundo diz respeito a matemática eurocêntrica, então o professor D'Ambrósio percebeu que não havia sentido ensinar a matemática acadêmica para eles, ao passo que buscou compreender os saberes matemáticos que tinha sentido para aquele determinado

grupo social. Suas investigações culminaram no programa de pesquisa denominado Etnomatemática.

No Quinto Congresso Internacional de Educação Matemática/ICME 5, realizado em 1984, em Adelaide, Austrália, foi lançado o Programa Etnomatemática no cenário internacional. D'Ambrosio explica que o Programa Etnomatemática, pela etimologia, ou seja, pela compreensão da origem da palavra pode ser entendida da seguinte forma:

> Indivíduos e povo têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos materiais e intelectuais [que chamo **tica**] para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer [que chamo **matema**] como resposta a necessidade de sobrevivência e de transcendência em diferentes ambientes naturais, sociais e culturais [que chamo **etnos**]. Daí chamar o exposto acima de Programa Etnomatemática. (D'AMBROSIO, 2002, p. 60)

Observe que etno diz respeito aos contextos culturais de cada povo, como a linguagem e os costumes, matema é o conhecimento que é construído e passado de geração em geração, como forma de entender e compreender o mundo. Por outro lado, Vergani (2007) atribui que tica vem de "techne" que pela etimologia significa arte e técnicas, ou seja, o fazer. Então temos que a Etnomatemática vai muito mais além que a matemática de cada povo, mas sim um estudo sobre as técnicas e os conhecimentos de cada povo.

Mediante isso a Etnomatemática consiste em comparar as diferentes formas de técnicas, saberes e fazeres dos mais distintos grupos sociais, de modo a valorizar os diversos conhecimentos sem uma visão eurocêntrica que somente os conhecimentos europeus seriam significativos.

A Etnomatemática acontece por meio da identificação da cultura nos mais diversos ambientes, desse modo compreendemos com Cuche (1999) que o sentido da palavra cultura com o passar dos anos e como se deu em diferentes países. Assim compreendemos o sentido atual da palavra e como uma criação humana. Apropriamos da cultura como saberes, fazeres e diversos conhecimentos que os

grupos sociais podem estabelecer em suas relações simbióticas. De modo geral compreendemos cultura como uma produção humana, pois a cultura é fruto da mente e práticas humanas, desenvolvendo de diversas formas.

Compreendemos com Cuche (1999) que a principal noção de cultura compreendida hoje são os modos de vida e de pensamento dos diversos grupos sociais. Nos dias atuais essa ideia sobre cultura é respeitada e quase unânima. Segundo D'Ambrosio (2002) as diversas maneiras de fazer [práticas] e de saber [teorias] é o que caracteriza uma dada cultura, pois são um conjunto de conhecimentos e comportamentos que são compartilhados.

A presente pesquisa foi desenvolvida com os pedreiros da cidade de Heitoraí, no qual busquei compreender os saberes e fazeres matemáticas desses trabalhadores, para isso a pesquisa foi realizada no ambiente dele, o canteiro de obra.

O pedreiro é a profissão a qual segundo Andrade, Couto e Madruga (2018) é responsável para a construção, reformas e manutenção de casa e edifícios, realizando a construção de paredes, muros, telhados, piso, saneamento e outras estruturas. Uma profissão braçal sendo que quase sempre necessita de força física por essa razão é uma profissão predominante por pessoas do sexo masculino.

Por meio da análise das entrevistas com vistas a um olhar da análise de conteúdo foi possível identificar a presença de alguns termos comuns das falas destes trabalhadores. Todos os pedreiros entrevistados relataram que não iniciaram com pedreiro, mas sim no primeiro momento trabalharam de servente, e nessa oportunidade iniciaram interesse por aprender mais, para assim se tornar um pedreiro. Ou seja, é um tipo de conhecimento que é construído pelo senso comum, aprendido na prática.

Ao analisar as respostas foi observado que no primeiro momento ocorreu o interesse por parte do sujeito para aprender mais sobre a profissão, ou seja, uma motivação pessoal, logo a observação dá início, como o pedreiro trabalha, e como ele aplica a sua técnica de trabalho, porém a pesquisa de campo permitiu entender que, é na prática que realmente se aprende.

Então o auxiliar começa a aprender a profissão de pedreiro de forma gradual. Foi entendido que no início os sujeitos buscaram ou tiveram a oportunidade de realizar tarefas mais fácil, as quais a técnica utilizada é de pouca complexidade, tendo como exemplo a construção de parede, como é possível ver em dois trechos da transcrição das entrevistas:

> P-1: Ah eu comecei como auxiliar aí logo meu pai falou não, você vai começar a assentar tijolo, você vai aprender a assentar uma parede, uma cerâmica e assim foi indo.
> P-2: peguei fui desempenano pegando o jeito, tijolo meu pai assentava os cantos eu pegava e ia tecendo o meio.

Em grande parte dos pedreiros, cerca de 72% dos pedreiros entrevistados afirmaram que tiveram alguma influência do pai, no qual o ambiente de construção sempre foi muito presente na vida deles, sendo assim começaram auxiliando seus pais desde muito jovens.

Nesta ideia de continuidade da profissão foi perguntado para os pedreiros se eles gostariam ver seus filhos seguindo a profissão. De forma geral a resposta dada pelos os pedreiros foi sim (cerca de 86%), porém, por parte dos filhos não ocorreram um desejo para aprender a profissão, no entanto foi observado que há um desejo de ver seus filhos na profissão de pedreiro ou profissões afins (engelharia civil, elétrica ou arquitetura).

Então foi perguntado para os sujeitos o por quê não ocorreu o desejo em aprender a profissão por parte de seus filhos, foi observado que o principal fator que causou isso foi que, para os filhos deles não há uma motivação ou interesse em aprender a profissão, afirmando a hipótese que é necessário ter interesse e uma motivação para aprender a profissão.

Na continuidade da estrevista foi perguntado para os pedreiros quais eram suas motivações, todas as respostas estão associadas principalmente com a questão financeira, pelo fato que o pedreiro ganhar quase o duplo que o servente, outro ponto também comentado foi a busca de uma profissão na qual há mais possibilidade de

serviço, e também um trabalho que gasta menos recursos físico, comparado com o servente e outras profissões braçais.

Por meio da análise das entrevistas ficou claro que os conhecimentos dos pedreiros são de forma gradual e contínua, foi observado ainda que a cada dia aprende uma nova “coisa”. Isso por dois motivos, primeiro que em algumas obras há mais de um pedreiro no qual pode ocorrer um compartilhamento de conhecimento, segundo é que as obras estão em um continuo processo de evolução pois a cada dia estão tendo novos materiais e novas ferramentas na qual geram uma demanda de novas técnicas e conhecimentos.

Considerações Finais

Esse trabalho é fruto de uma pesquisa que ainda está em desenvolvimento, por esse motivo ainda não foi possível analisar todos os dados coletados na pesquisa de campo, por tal motivo foi somente apresentado a questão como ocorrer o processo de aprendizagem da profissão, sendo assim falta analisar os saberes e fazeres matemáticos dos pedreiros. Porém, já é possivel mostrar algumas pré-conclusões.

Partindo da pergunta da pesquisa que é “Quais são as relações entre os saberes e fazeres dos trabalhadores da construção civil com os conhecimentos da matemática científica?”, pode-se afirmar que há uma relação, pois, a matemática é uma só, mas ela é compreendida e entendida de diversas formas.

Nessa maneira foi alcançado o objetivo de compreender a matemática como uma criação humana e não exata, que foi construída pelas pessoas devido a necessidade de cada tempo e que está diretamente relacionada com o cotidiano.

Foi possível também estabelecer a diferença entre a matemática escolar e a matemática não escolar. Concluímos que a matemática fora da escola tem mais sentido para a pessoa, devido está diretamente relacionada com seu cotidiano e a transmissão desses saberes e fazeres acontece de forma oral e pela observação, diferentemente da escolar que acontece pela escrita e tem como foco as regras.

Uns dos princípios da Etnomatématica é a valorização dos diversos saberes e fazeres matemáticos, e assim podemos afirmar que os saberes e fazeres dos trabalhadores da construção civil tem o mesmo grau de importância que os dos acadêmicos, pois esses saberes são conhecimentos culturais, todos eles têm a mesma importância.

Agradecimentos

A CNPq pela colaboração da bolsa de PIBIT, na qual contribuiu com aprimoração do trabalho.

Referências

ANDRADE, U.; COUTO, M. E. S.; MADRUGA, Z. E. F. Etnomatemática na construção civil: conceitos matemaricos presente nas ações de pedreiro. **Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino**, n. 1. dez de 2018. Disponível em: https://periodicos.ufes.br; acesso em 29 de setembro de 2020.

CHALMERS, A . **O Que é Ciência Afinal?**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CUCHE, Denys. **A noção de cultura nas ciências sociais**. VERBUM: Bauru, 1999.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre a tradição e a modernidade. 5 ed. Autentica: São Paulo, 2002. Coleção Tendências em Educação Matemática.

ESQUINCALHA, A. C. Etnomatemática: um estudo da evolução das idéias, 2004. In: Encontro nacional de educação matemática, 8, 2004, Recife. **Anais do VIII ENEM.** Educação Matemática: um compromisso social. Recife: SBEM, 2004.

FERNANDES, Ivoni de Souza. **Metodologia para trabalhos científicos**. Rio de Janeiro: Deescubra, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.**. Fundamentos de metodologia cientifica**. 5. Ed. São Paulo; Atlas, 2003.

SANTOS, B. S.. **Um discurso sobre as ciências.** 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

VERGANI, Teresa. **Etnomatemática**: o que é. Flecha do Tempo: Lisboa, 2000.

Preparação e caracterização de compostos de coordenação de ferro utilizando como ligante o alfa-hidroxiácido: ácido glicólico

Tatielly Borba Campos[1*] (IC), Luciana Rebelo Guilherme[1] (PQ)

tatielly_borbacampos@hotmail.com

[1] Universidade Estadual de Goiás Campus Central.

Resumo: Estudos relacionados à metalofármacos são crescentes, devido ao seu amplo uso terapêutico. Os complexos metálicos possuem diversas vantagens, adotam diferentes geometrias dependendo do seu número de coordenação, podem se coordenar à diversos ligantes, possuem diferentes números de oxidação, baixa massa molecular, e isso tem gerado grande interesse na área de pesquisa quimioterápica. O presente trabalho teve por objetivo, sintetizar compostos de coordenação de ferro com o ligante alfa-hidroxiácido (ácido glicólico), purificar e caracterizar o composto sintetizado. Para sintetizar os compostos de coordenação, foi adotada a seguinte metodologia: foi preparada uma solução aquosa de 1 mmol de cloreto de ferro, após a dissolução foi adicionado 3 mmol do ligante alfa-hidroxiácido, que foi desprotonado com uma solução de hidróxido de sódio, sob aquecimento e constante agitação por uma hora. Posteriormente foi feita a centrifugação para separar o precipitado do sobrenadante. O precipitado foi lavado com água destilada gelada, para evitar a solubilização, e por fim foi levado à etapa de secagem. Para a caracterização do composto foi empregado testes de solubilidade, precipitação, e espectroscopia vibracional na região do infravermelho, que sugerem que o composto formado é aniônico, bastante insolúvel e que o ligante provavelmente se coordenou ao metal em forma de ponte.

Palavras-chave: Síntese. Complexos metálicos. Ação antitumoral. Biotecnologia.

Introdução

Estudos relacionados à metalofármacos são crescentes devido ao seu amplo uso terapêutico (BARRY; SADLER, 2013). Os ferrocifenos, compostos de coordenação à base de ferro, são amplamente estudados, e apresentaram resultados satisfatórios em numerosos tipos de tumores. Estudos relatam que quelantes de ferro induzem a apoptose e a interrupção do ciclo celular em células cancerígenas. Quase todas as células usam o ferro como cofator para atividades bioquímicas fundamentais como o transporte de oxigênio, metabolismo energético e síntese de ácido desoxirribonucleico (ADN). Essencial ao nosso organismo, o ferro é um metal

mediador de diversos processos biológicos, em razão à sua flexibilidade de coordenação e à sua reatividade redox, existindo no corpo humano nos estados de oxidação II a IV, o que permite a sua associação a enzimas (NOULSRI et al., 2009; BRAVO, 2018). Segundo Bravo (2018) o ferroceno é interessante em moléculas biológicas em virtude de sua estrutura única, estabilidade em meio aquoso e aeróbico, apresentando propriedades de baixa toxidade e propriedades redox bem definidas, no entanto, individualmente não apresenta propriedades antitumorais. Dentre seus derivados um dos que apresentam essa propriedade são os ferrocifenos, citados anteriormente.

Os complexos metálicos possuem diversas vantagens, adotam diferentes geometrias dependendo do seu número de coordenação, podem se coordenar à ligantes variados, possuem diferentes números de oxidação, baixa massa molecular, e isso tem gerado grande interesse na área de pesquisa quimioterápica (WOJCIECHOWSKI, 2018).

O principal alvo dos quimioterápicos é o ADN, pois é de extrema importância na manipulação de genes, e a replicação desta biomolécula proporciona múltiplos processos no corpo humano. Complexos metálicos podem clivar o ADN com alta seletividade, devido a suas propriedades de atuarem como nucleases sintéticas (WOJCIECHOWSKI, 2018). A quimioterapia tem como função destruir as células neoplásicas e preservar as normais, entretanto a maior parte dos agentes antitumorais não atuam de forma específica, atingindo ambas células, geralmente células capilares, gastrointestinal e do sistema imunológico, que são de rápido crescimento (SILVA et al., 2012; WOJCIECHOWSKI, 2018). Alguns dos alfa-hidroxiácidos (AHA), também possuem atividade antitumoral. Esses ácidos são ácidos carboxílicos que possuem um grupo hidroxila alcoólico na posição alfa, dentro dessa classe, os mais conhecidos são os ácidos glicólico, lático, málico, tartárico, cítrico e mandélico (CUIN, 2004). Esses ácidos possuem dois grupos doadores de elétrons, a hidroxila e o grupo

carboxilato, por esse motivo todos eles são potencialmente ligantes bidentados, e formam complexos estáveis com a maioria dos íons metálicos (MAFFEI, 2009).

São de extrema importância para a indústria química, farmacêutica, biológica dentre outras, visto que há citações de alguns destes ácidos em compostos antitumorais, além disso os ácidos glicólico e lático são metabolizados pelo próprio organismo humano durante o ciclo de Krebs, apresentando mínimos efeitos tóxicos (GUILHERME, 2007; MAFFEI, 2009; LUIZ, 2018).

Existem estudos mostrando que os alfa-hidroxiácidos possuem atividade antitumoral e alguns compostos contendo ferro também possuem tal atividade, mas não existem compostos coordenados de Ferro com esses ligantes. Dentro desta promissora perspectiva o presente trabalho tem por objetivo sintetizar e caracterizar compostos de coordenação de ferro utilizando ligantes alfa-hidroxiácidos.

Material e Métodos

- **Síntese dos compostos de coordenação**

Para sintetizar os compostos de coordenação, foi preparada uma solução aquosa de 1 mmol de cloreto de ferro e outra solução com 3 mmol do ligante alfa-hidroxiácido, que foi desprotonado com uma solução de hidróxido de sódio. Foi escolhida essa proporção, supondo que o Ferro possua seis sítios de coordenação, e o ligante alfa-hidroxiácido é bidentado, logo essa seria a melhor condição de reação. Após a dissolução do cloreto de ferro, realizou-se duas combinações de síntese:

Amostra I: Transferiu-se a solução de cloreto de ferro para um béquer, e lentamente adicionou-se a solução desprotonada de ácido glicólico. Colocou-se sob aquecimento brando e constante agitação durante 1 hora. Observou-se que esse composto adquiriu uma coloração alaranjada e houve a formação de precipitado, também de cor alaranjada.

Amostra II: Transferiu-se a solução desprotonada de ácido glicólico para um béquer, e lentamente adicionou-se a solução de cloreto de ferro. Também sob aquecimento brando e constante agitação durante 1 hora. Observou-se que esse composto adquiriu uma coloração alaranjada e houve a formação de precipitado, também de cor alaranjada.

Posteriormente foi feita a centrifugação para separar o precipitado do sobrenadante. O precipitado foi lavado com água destilada gelada, para evitar a solubilização, e por fim foi levado para a etapa de secagem.

- **Caracterização**

Inicialmente realizou-se teste de solubilidade, precipitação e análise de espectroscopia vibracional na região do infravermelho (FT-IR). Para a análise de FT-IR, foram preparadas pastilhas em brometo de potássio (KBr) das amostras, e os espectros de infravermelho foram obtidos em um espectrofotômetro Perkin-Elmer modelo Spectrum Frontier FT-IR/NIR (Perkin-Elmer Corp, Norwalk, CT), com número de varredura igual a 32, e com transmitância compreendendo a região entre 4000 e 400 cm^{-1}.

Resultados e Discussão

Apesar da síntese ter sido realizada em duas combinações diferentes, ambas, aparentemente formaram o mesmo produto.

- **Teste de Solubilidade**

Realizou-se o teste de solubilidade, colocando uma pequena quantidade do precipitado em 1 mL de solventes com diferentes polaridades, água fria (25°C), água quente (60°C), etanol frio (25°C), etanol quente (60°C), propanol, isobutanol, acetonitrila, DMSO, diclorometano, metanol, hexano, tolueno, ácido clorídrico e

hidróxido de amônio. Aqueceu-se os tubos de ensaio com os solventes e a amostra, contudo apenas o ácido clorídrico conseguiu solubilizar totalmente a amostra. O hidróxido de amônio solubilizou parcialmente as amostras, ficando um pouco da amostra como corpo de fundo. Isso indica que o composto obtido é bastante insolúvel, o que provavelmente se deve à formação de hidróxidos e/ou óxidos insolúveis de Ferro (III) (LAUS et al., 2006).

- **Teste de Precipitação**

Realizou-se o teste de precipitação colocando 1 mL do sobrenadante da amostra I e amostra II em tubos de ensaio, e adicionando uma pequena porção de diferentes sais, a fim de verificar se o possível complexo formado, é aniônico ou catiônico.

O teste foi feito com sais catiônicos de brometo de tetrabutilamônio, nitrato de potássio, brometo de potássio, nitrato de bário, que após colocar para reagir, aquecer e colocar em banho de gelo, formou-se um precipitado gelatinoso; nitrato de lítio, que formou-se duas fases oleosas após aquecimento e banho de gelo; e cloreto de potássio, cloreto de bário, cloreto de lítio, que não ocorreu mudanças.

O teste também foi realizado com sais aniônicos de: sulfato de sódio e sulfato de potássio, não ocorreram mudanças; e ácido perclórico que alterou a coloração da solução de alaranjada para transparente, isso se deve provavelmente pelo ácido estar concentrado e diluir as pequenas partículas que estavam presentes no sobrenadante, deixando a solução transparente, ou também há a troca de ligantes ou a decomposição do complexo.

Com os testes concluímos que o composto formado não é catiônico, pois não houve reação, no teste de precipitação, com nenhum dos sais aniônicos e caso o composto formado realmente seja um complexo, o teste sugere que ele é aniônico e teve mais afinidade com complexos maiores, visto que, com o cloreto, não houve reação visível.

- **Resultados do Espectro de Infravermelho**

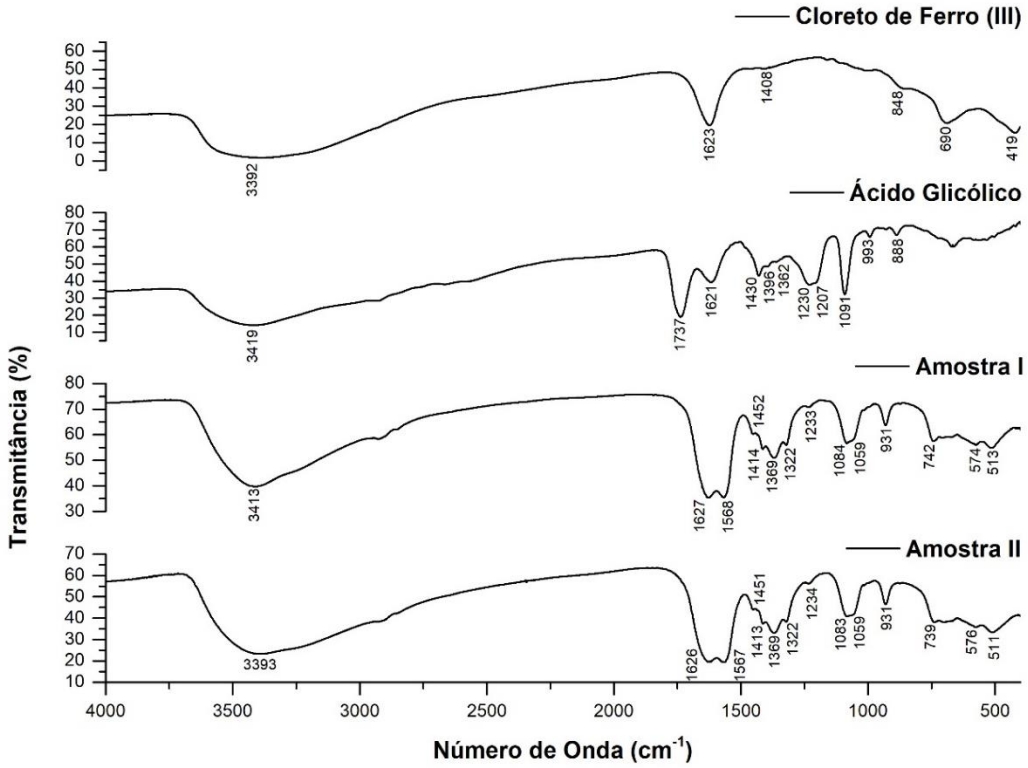
Para os complexos carboxilatos existem três tipos de coordenação diferentes, que são, monodentado, bidentado e binuclear. Estudos mostraram que há uma correlação entre o modo de coordenação e os valores da variação das frequências de estiramentos assimétricos e simétricos do grupo CO_2^- (carboxilato) (NAKAMOTO, 2009; PAIVA, 2019).

Deacon e Phillips (1980) realizaram testes com ligantes acetatos comparando a variação da frequência de estiramento do carboxilato obtido no infravermelho com resultados cristalográficos já conhecidos, e chegaram à algumas conclusões. Nos complexos com modo de coordenação monodentado a variação do estiramento $[\gamma_a(CO_2^-) - \gamma_s(CO_2^-)]$ é maior que a variação no íon carboxilato. Nos complexos com modo de coordenação bidentado a variação do estiramento é bem menor que no íon carboxilato. E nos complexos com modo de coordenação em ponte a variação do estiramento é maior que nos complexos bidentados, e pouco menor que no íon carboxilato (NAKAMOTO, 2009).

A Figura 1 mostra o espectro de FT-IR obtido para as análises de cloreto de Ferro, ácido glicólico, Amostra I e Amostra II. Algumas bandas podem ser observadas na região de alta frequência 3392, 3419, 3413 e 3393 cm^{-1}, que são referentes ao estiramento O-H (γO-H). Nas regiões de baixa frequência no cloreto de ferro, na Amostra I e na Amostra II, respectivamente, 690, 419, 742, 574, 513, 739, 576 e 511 cm^{-1} são regiões referentes às ligações de Fe-O (SILVA, 2012).

Nos íons carboxilatos, se observa duas bandas $\gamma(CO_2^-)_{ass}$ e $\gamma(CO_2^-)_{sim}$, a primeira banda aparece mais forte e geralmente larga, enquanto a segunda banda é menos intensa. No íon carboxilato, do ácido glicólico, observamos o estiramento assimétrico e simétrico nas faixas de 1621 e 1430 cm^{-1}, respectivamente, e a diferença entre esses estiramentos é de 191 cm^{-1} (PALACIOS; JUÁREZ-LÓPEZ; MONHEMIUS, 2004).

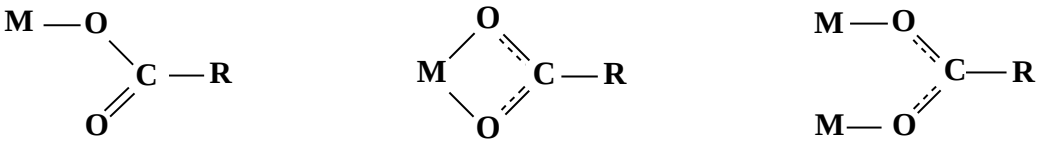
Figura 1: Espectros de infravermelho do cloreto de ferro, ácido glicólico, Amostra I e Amostra II.



Fonte: Própria do autor

Os espectros de FT-IR para as Amostra I e Amostra II apresentaram as vibrações de estiramento assimétrico e simétrico típicos do grupo carboxilato coordenado, em 1568 e 1567 cm^{-1} e em 1414 e 1413 cm^{-1}, respectivamente. As diferenças entre estes estiramentos em número de onda ($\Delta\gamma$) foram, ambos, de 154 cm^{-1} (PALACIOS; JUÁREZ-LÓPEZ; MONHEMIUS, 2004). Desta forma, observa-se que o $\Delta\gamma$ do composto obtido é pouco menor que o do íon livre, isso indica que provavelmente houve uma coordenação ao metal na forma de ponte do grupo carboxilato no metal (Figura 2).

Figura 2 - Modos de coordenação do grupo carboxilato



Monodentados $\Delta\gamma_{monodentado} > \Delta\gamma_{CO_2^-}$

Bidentados $\Delta\gamma_{bidentado} \ll \Delta\gamma_{CO_2^-}$

Ponte $\Delta\gamma_{ponte} < \Delta\gamma_{CO_2^-}$

Fonte: Própria do autor

Considerações Finais

Foi realizado a síntese de um composto, e através dos testes de precipitação e solubilidade foi possível identificar que o composto formado provavelmente é aniônico e bastante insolúvel. Pelas análises espectroscópicas de infravermelho temos que o $\Delta\gamma$ do composto obtido é pouco menor que o do íon livre sugerindo que o ligante esteja forma carboxilato e se coordenou ao metal em forma de ponte. Entretanto não foi possível determinar a estrutura do possível complexo, pois devido ao Decreto nº 9.633, de 13 de março de 2020 que dispõe sobre a situação de emergência na saúde pública do Estado de Goiás, em razão da disseminação do novo coronavírus, as atividades presenciais foram suspensas e o acesso ficou restrito, impossibilitando as demais análises que são necessárias para a caracterização, como espectroscopia eletrônica ultravioleta-visível (UV-vis), análise elementar (CNH), análise termogravimétrica (TGA), ressonância paramagnética eletrônica (RPE) e difração de raios – X (DRX).

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Estadual de Goiás – Campus Anápolis de ciências exatas e tecnológicas pelas condições de realizar o projeto, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

BARRY, N. P. E.; SADLER, P. J. Exploration of the medical periodic table: towards new targets. **Royal Society of Chemistry**, v. 49, p. 5106, 2013.

BRAVO, C. G. **Síntese de complexos de Cu(I) e Fe(II) com potencial aplicação anti-tumoral**. 2018. UNIVERSIDADE DE LISBOA, 2018.

CUIN, A. **Síntese, estrutura e propriedades de complexos de molibdênio, prata e chumbo com ácidos α-hidroxicarboxílicos**. 2004. Universidade Estadual Paulista, 2004.

GUILHERME, L. R. **Síntese e caracterização de novos complexos de vanádio:** estudo da utilização dos complexos no tratamento do Diabetes Mellitus. 2007. Tese (Doutorado em Química). Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

LAUS, R. et al. Microesferas de quitosana reticuladas com tripolifosfato utilizadas para remoção da acidez, Ferro(III) e Manganês(II) de águas contaminadas pela mineração de carvão. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 34–39, set. 2006.

LUIZ, M. T. **Desenvolvimento e caracterização de nanopartículas de PLGA funcionalizadas com folato contendo paclitaxel para a otimização da terapia do câncer de ovário**. 2018. Universidade de São Paulo - Faculdade De Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, 2018.

MAFFEI, R. D. S. **Novos complexos de Cu (II) com ligantes fluorados para o tratamento de leishmaniose**. 2009. Universidade de São Paulo, 2009.

NAKAMOTO, K. **Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds - Part B**. 6ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

NOULSRI, E. et al. Antitumor activity and mechanism of action of the iron chelator, Dp44mT, against leukemic cells. **American Journal of Hematology**, v. 84, n. 3, p. 170–176, 1 mar. 2009.

PAIVA, A. S. de. **Complexos de ferro e manganês com derivados da base de Schiff salen e ligantes carboxilatos**. 2019. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra, 2019.

PALACIOS, E. G.; JUÁREZ-LÓPEZ, G.; MONHEMIUS, A. J. Infrared spectroscopy of metal carboxylates: II. Analysis of Fe(III), Ni and Zn carboxylate solutions. **Hydrometallurgy**, v. 72, p. 139–148, 2004.

SILVA, L. L. da; DONNICI, C. L.; LOPES, J. C. D.; GOULART, M. O. F.; ABREU, F. C. de; SANTOS DE PAULA, F.; BRAVO, C. E. S.; SANTORO, M. M.; DENADAI, Â. M. L.; SANTOS, A. M. C. MONTANARI, C. A. Investigação eletroquímica e calorimétrica da interação de novos agentes antitumorais biscatiônicos com DNA. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1318–1324, 2012.

SILVA, M. O. **Succinato de Ródio (II): síntese, caracterização e adsorção em nanopartículas de maghemita**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Goiás, 2012.

WOJCIECHOWSKI, M. A. **Estudo da clivagem de DNA por complexos metálicos que atuam como nucleases sintéticas**. 2018. Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo, 2018.