



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

WENDEL CLEI SOUZA RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL, QUÍMICA E MORFOLÓGICA DE
SISTEMAS LÍQUIDOS CRISTALINOS BASEADOS EM MANTEIGA DE
MURUMURU (AUSTROCARYUM MURUMURU MART.) PARA APLICAÇÕES
FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS**

SANTARÉM

2020

WENDEL CLEI SOUZA RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL, QUÍMICA E MORFOLÓGICA DE
SISTEMAS LÍQUIDOS CRISTALINOS BASEADOS EM MANTEIGA DE
MURUMURU (AUSTROCARYUM MURUMURU MART.) PARA APLICAÇÕES
FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Kariane Mendes Nunes

SANTARÉM

2020



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - PROPPIT
DIRETORIA DE PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PIBIC/PIBITI

1. IDENTIFICAÇÃO

Bolsista: Wendel Clei Souza Rodrigues

E-mail: wendelclei12@gmail.com

Telefone: (93) 99102-0835

Título do Plano de Trabalho: Caracterização estrutural, química e morfológica de sistemas líquidos cristalinos baseados em manteiga de murumuru (*Austrocaryum Murumuru* Mart.) para aplicações farmacêuticas e cosméticas.

Título do Projeto ao qual está vinculado o plano de trabalho: Desenvolvimento de sistemas mucoadesivos baseados em manteiga de murumuru com gelificação *in situ* para liberação sustentada de fármaco intravaginal.

Orientador: Kariane Mendes Nunes

E-mail do orientador: kariane.nunes@gmail.com

Telefone: (91) 98160-0828

Instituto: Instituto de Saúde Coletiva (ISCO)

Bolsa: () PIBIC/UFOPA (X) PIBIC/FAPESPA () PIBIC/CNPq
() PIBITI/UFOPA () PIBITI/CNPq () PIBIC-AF/CNPq () PIBIC-AF/UFOPA
() PIBIC-AF/UFOPA – Indígena () PIBIC-AF/UFOPA - Quilombola

Vigência de atuação do bolsista:

2. INTRODUÇÃO

Lipídeos são partes integrantes do corpo humano com ampla aplicação para obtenção de produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos (KULKARNI, 2012). Além da capacidade de armazenamento energético, os lipídeos desempenham importantes funções estruturais na delimitação de compartimentos celulares devido sua agregação e organização em diferentes estruturas denominadas domínios lipídicos (ROY ZIBLAT 2011). A maioria das moléculas lipídicas adotam estruturas químicas simples contendo uma ou mais cadeias carbônicas com diferentes tamanhos e grupos funcionais como éster, fosfato, hidroxila e aminas, e dependendo da composição podem conferir caráter apolar e polar. Além disso, alguns lipídeos apresentam propriedade anfifílica que permitem a auto organização e/ou a estruturação em diversos sistemas a exemplo dos cristais líquidos, nano e microemulsões (GAI et al., 2012; HU et al., 2014).

A manteiga extraída das sementes *Astrocaryum murumuru* Mart. apresenta composição química rica em ácidos graxos saturados, como láurico e mirístico (LIMA et al., 2017), os quais são biocompatíveis e biodegradáveis. Além disso, o perfil lipídico da manteiga de murumuru possui propriedade anfifílica e quando em presença de água se auto organiza em diferentes estruturas líquido cristalinas, assim como demonstrado no pedido de patente BR 1020150308884A2 solicitado por pesquisadores da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Cristais líquidos são sistemas altamente organizados, cuja as características físicas estão entre um sólido e um líquido, e podem ser obtidas a partir da mistura de moléculas anfifílicas e solvente. A estrutura líquido cristalina consiste em conjunto de micelas ordenadas com arranjo molecular caracterizado por regiões hidrofóbicas e hidrofílicas alternadas. Dependendo das razões ou concentrações das moléculas anfifílicas e solventes utilizados, diferentes fases líquido cristalinas podem ser formadas, como lamelares, hexagonais e cúbicas, as quais são caracterizadas de acordo com suas propriedades ópticas e estruturais (Formariz *et al.*, 2005; Patel e Patel, 2010; Guo *et al.*, 2010).

Atualmente, pesquisas demonstram o interesse em estudos que abordam o emprego de lípidos anfifílicos para obtenção de diferentes estruturas líquido cristalinas com diversas aplicabilidades industriais (Kulkarni, 2011, 2012). A cristalização de moléculas lipídicas em diferentes fases pode afetar as características físico-químicas de diversos produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos durante o seu processamento industrial (RODRIGUES et al., 2003; QIANG et al. 2017). Por isso, o emprego de técnicas para caracterização estrutural, química e morfológica de estruturas cristalinas se faz imprescindível durante o desenvolvimento tecnológico de sistemas líquido cristalinos.

Conseqüentemente, a caracterização estrutural e química das propriedades anfifílicas da manteiga de murumuru é um passo importante para melhorar a compreensão da influência das diferentes fases líquido cristalinas no desenvolvimento de sistema de liberação sustentada de substâncias ativas. Além do mais, os resultados gerados auxiliarão no desenvolvimento de inovações tecnológicas a partir de produtos naturais da Amazônia, agregando valor a matéria prima local e conseqüentemente contemplar novos estudos que irão contribuir para o conhecimento da biodiversidade da nossa região.

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Caracterização estrutural, química e morfológica de sistemas líquido cristalinos, obtidos a partir de manteiga de murumuru (*Astrocaryum Murumuru* Mart.) e água para aplicações farmacêuticas e cosméticas.

Objetivos Específicos:

- ✓ Avaliação da formação das fases mesomórficas líquido cristalinas por microscopia de luz polarizada.
- ✓ Analisar o perfil químico da manteiga de murumuru por Cromatografia Gasosa Monodimensional acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM).
- ✓ Caracterizar as estruturas lipídicas por refinamento Reitveld a partir do padrão de difração de raios-X (DRX) para cálculos do tamanho de cristalino e parâmetros de rede.
- ✓ Avaliar o comportamento de fase para obter informações que permitam diferenciar os diversos tipos de estruturas cristalinas através da técnica de Espalhamento de raios X a baixo ângulo (SAXS).
- ✓ Identificar Grupos Funcionais na superfície, estudar a orientação molecular dentro das folhas lipídicas e monitorar transições estruturais após mudanças no ambiente através da técnica de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier.
- ✓ Caracterizar a morfologia do material e as aglomerações de partícula por microscopia eletrônica de varredura (MEV), não foi realizado por motivos de logística.

4. METODOLOGIA

4.1 – Microscopia de luz polarizada (MPL)

As formulações obtidas foram fixadas em lâminas e analisadas por microscopia de luz polarizada (Leica DM750) em temperatura ambiente, a fim de identificar possíveis fases líquido cristalinas através de suas propriedades ópticas (ROSEVEAR, 1954).

4.2 - Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)

A análise cromatográfica foi realizada por CG-EM após esterificação pelo método descrito por Bannon et al., (1982) com modificações, nas seguintes condições: Cromatógrafo gasoso GC-MS modelo Agilent HP-6890 acoplado a detector com ionização de chama (FID), tendo uma coluna capilar Stabilwax (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). A temperatura do injetor em 250°C; do detector em 280°C e da coluna começando em 50°C, com variação de 10°C por minuto até 240°C em um tempo de análise de 35 minutos, e com gás de arraste He na vazão de 30 mL/min. Os compostos foram identificados pelo tempo de retenção dos padrões e por comparação dos seus respectivos espectros de massas com aqueles das referidas bibliotecas.

4.3 - Medidas de DRX

Os padrões de DRX foram coletados em um difratômetro Empyrean, da Panalytical (Holland), operando no modo reflexão, usando radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$), com tensão de 40 kV e corrente de 40 mA, equipada com Bragg-Brentano. No feixe difratado foi utilizada uma fenda

soller de 0,04 rad e uma fenda de anti-espalhamento de 9 mm. Este equipamento pertence ao Laboratório de Materiais do Departamento de Física da Universidade Federal do Amazonas.

4.4 - Refinamento Rietveld

O refinamento Rietveld usando o software GSAS (A.C. Larson, R.B. Von Dreele, 2004) foi usado para determinar os parâmetros estruturais a partir dos padrões de DRX, seguindo as recomendações da IUCr (H.M. Rietveld, 1969). O espalhamento inelástico foi ajustado usando Polinômios de Chebyshev de 6ª ordem. Para o ajuste do perfil de pico foi utilizado a função Pseudo-Voigt Modificada Thompson-Cox-Hasting (função perfil CW 4 no pacote GSAS) que considera as anisotropias de Stephens (P. W. Stephens, 1999). Nos refinamentos, os parâmetros de deslocamento atômico foram tomados como $U_{iso} = 0,025 \text{ \AA}^2$ para todos os átomos.

4.5 - Medidas de espalhamento de raios X em baixo ângulo (SAXS)

Os dados de difração de raios X em baixo ângulo (SAXS) serão coletados no difratômetro Nanostar Manufacturer Brucker, com radiação Cu-K α ($\lambda = 1,546 \text{ \AA}$), que pertence ao Laboratório de Laboratório Interdisciplinas de Eletroquímica e Cerâmica - LIEC/UFSCAR.

4.6 - Medidas de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier

Os espectros FTIR foram obtidos em um espectrofotômetro da Central Analítica da UFAM, modelo Nicolet iS10, com faixa espectral de 4.000 a 400 cm^{-1} e 32 varreduras. Cada amostra de material foi misturada junto ao KBr na proporção 1:100 (*m/m*) e prensada em disco.

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 – Microscopia de Luz Polarizada

Materiais que apresentam anisotropia óptica intrínseca permitem resultados por microscopia de luz polarizada (PLM) como uma alternativa eficiente. Portanto as composições (manteiga 100%, M80W20 e M60W40) foram analisadas. As amostras 100% puras apresentam estruturas típicas de fase cristalina. Porém, com o aumento de H₂O na estrutura suas características são alteradas conforme as Figuras 1b-1c.



Figura 1. Fotomicrografia das formulações quando observadas no microscópio de luz polarizada. (a) murumuru puro, (b) M80W20 e (c) M60W40.

5.1 – Medidas de DRX

Nos difratogramas da figura 2 (a) na região de baixo ângulo, observamos a presença de um pico bastante intenso em torno de 2,5 graus e, à medida em que é introduzida água na estrutura, essa intensidade cai, assim como a intensidade do pico em 7,7 graus diminui à medida que o percentual de água aumenta na estrutura. Na figura 2(b) podemos observar que em função do percentual de

água na estrutura, picos podem deslocar-se para direita quando percentual for 20, 30 e 40% de água ou para esquerda o percentual é 10%. Na região de alto ângulo podemos observar a presença de fases cristalinas conforme cartões ICSD e a presença de um halo amorfo em torno $2\theta = 25^\circ$.

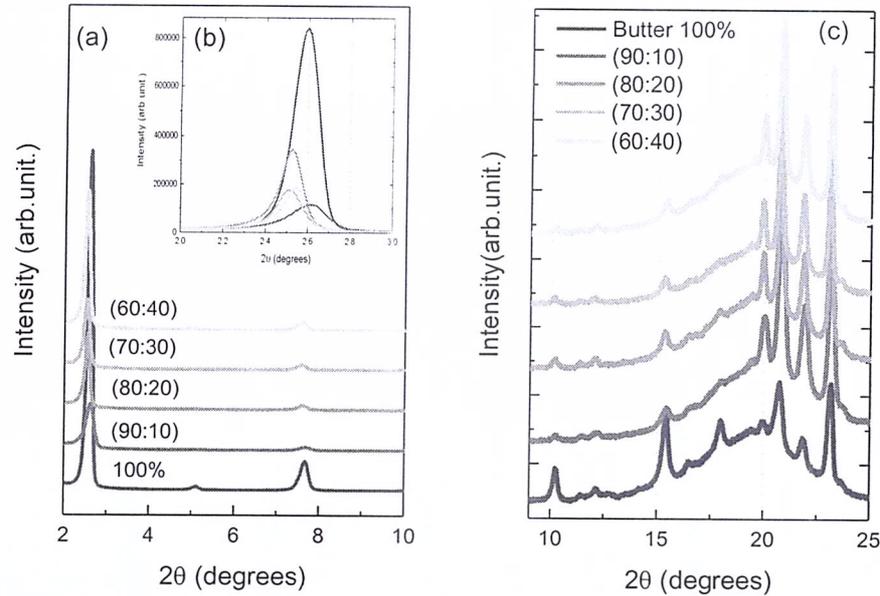


Figura 2. Difratogramas das amostras de murumuru 100% e as composições M90W10, M80W20, M70W30 e M60W40. (a) em baixo ângulo, (b) evidência na região de baixo ângulo e (c) em alto ângulo.

As informações cristalográficas e quantificação das fases cristalina obtidas através do refinamento Rietveld estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de Rede, volume de célula unitária e coeficientes de confiabilidade obtidos pelo refinamento Rietveld.

	Parâmetros de Rede (Å)	V (Å ³)	R _{WP} (%)
Manteiga de Murumuru 100%	a = 35.003551 ± 0.008064 b = 4.918032 ± 0.002945 c = 8.923844 ± 0.006994	1534.661 ± 1.701	16
MB/H₂O (90:10)	a = 34.856480 ± 0.012291 b = 4.884204 ± 0.000932 c = 8.884257 ± 0.003527	1509.041 ± 0.683	10
MB/H₂O (80:20)	a = 34.960545 ± 0.006646 b = 4.825840 ± 0.001248 c = 9.138331 ± 0.001657	1541.530 ± 0.723	10
MB/H₂O (70:30)	a = 35.077305 ± 0.008382 b = 4.875055 ± 0.001068 c = 9.142418 ± 0.002183	1563.090 ± 0.715	8
MB/H₂O (60:40)	a = 34.956245 ± 0.008142 b = 4.924688 ± 0.000665 c = 8.968329 ± 0.002761	1543.050 ± 0.524	8

5.2 – Medidas de FTIR

Na Figura 3 (a) temos o espectro da manteiga de murumuru pura. A banda 3415 cm^{-1} pertence ao grupo O-H (associado) e é uma banda resultante de associações poliméricas, bastante importante em reações químicas e produção de polímeros, como o poliuretano por exemplo (DANESHVAR et al, 2019). O sinal de estiramento O-H apresenta um ombro em 3227 cm^{-1} que pode ser concedida devido ao sinal assimétrico da vibração da amina (N-H) como o produto da hidrólise, por causa do alongamento simétrico das ligações H-NR-H. As bandas 2919 e 2852 cm^{-1} correspondem aos estiramentos da ligação C-H, atribuídos principalmente aos componentes lipídicos da manteiga de murumuru (ALMEIDA et al., 2016). Conforme VALERO et al (2014), as vibrações são dos grupos CH_2 e CH pertencentes ao ácido oleico. A banda 1742 cm^{-1} referente ao estiramento das ligações C=O que corresponde ao grupo de ésteres (GOH et al 2019). A banda em 1112 cm^{-1} e 720 cm^{-1} são atribuídos, respectivamente a ligação C-O e C-H dos ácidos graxos.

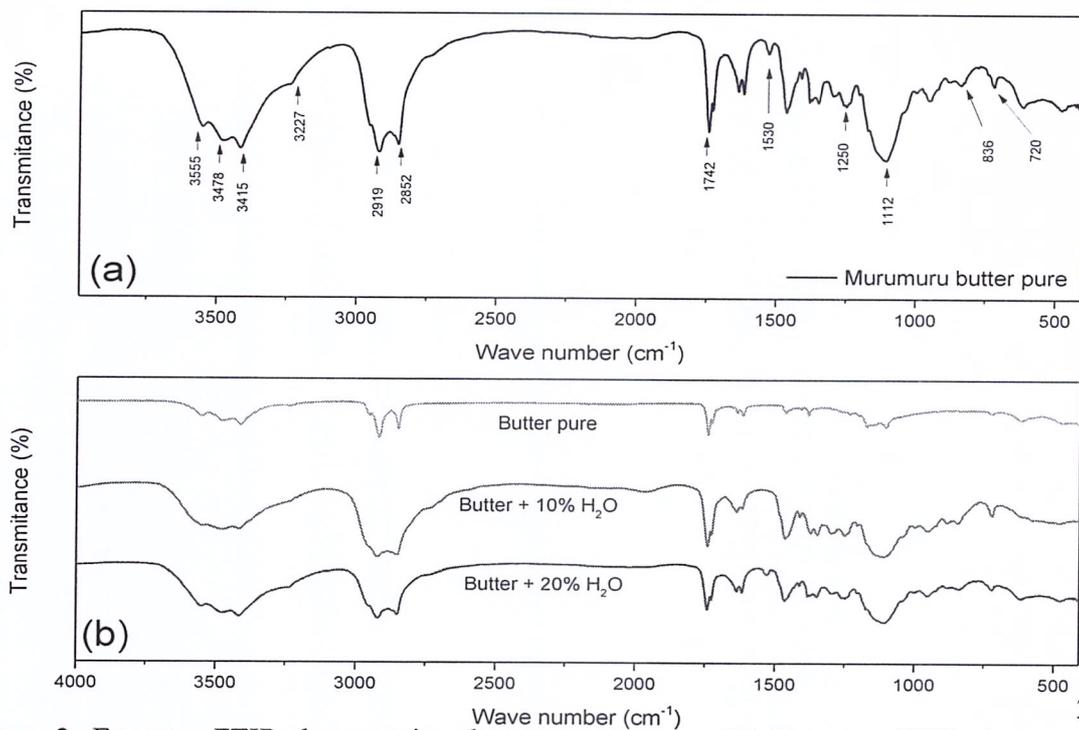


Figura 3. Espectro FTIR da manteiga de murumuru pura. (b) Espectro FTIR da manteiga de murumuru com 10% de H_2O (linha vermelha) e com 20% de H_2O (linha rosa).

Comparando o espectro da Figura 3 (a) com a literatura, identificamos coincidências em picos de absorção, onde tais bandas estão relacionadas com ligações de grupamentos químicos característicos de moléculas poliméricas, demonstrando que a manteiga de murumuru tem em sua

estrutura cadeias poliméricas. Na Figura 3 (b) podemos observar que as bandas ficam mais intensas a aumento do percentual de H₂O nas composições preparadas.

Tabela 2. Bandas de absorção identificadas no espectro de infravermelho da manteiga de murumuru pura conforme Figura 3 (a).

Bandas (cm ⁻¹)	Grupos Funcionais
3415	O-H
3227	O-H
2919	C-H stretching
2852	C-H stretching
1742	C=O stretching
1530	N-H deformation
1254	C-O-C stretching
1112	C-N stretching
836	C-N stretching
720	C-H stretching

5.3 Medidas de SAXS

O SAXS foi medido usando uma distância de 394,2 mm entre o detector e a amostra usando a radiação de Cu ($\lambda = 1,54184 \text{ \AA}$) mostrou possíveis reflexões de Bragg em ângulos ainda menores. As curvas obtidas para as composições com 10,20,30 e 40% de H₂O são mostrados na Figura 4. Observa-se um pico localizado em torno de $q = 0,22 \text{ \AA}^{-1}$ para a manteiga 100% e as composições com 10 e 20% de H₂O. Para as outra composições o pico de maior intensidade está em aproximadamente $q = 0,26 \text{ \AA}^{-1}$. O pico localizado em $q = 0,22 \text{ \AA}^{-1}$ é formado pela reflexão (001) conforme medida de DRX (Figura 1(a)) é podemos observar que a medida que o teor de H₂O aumenta este pico desloca-se para ângulos menores.

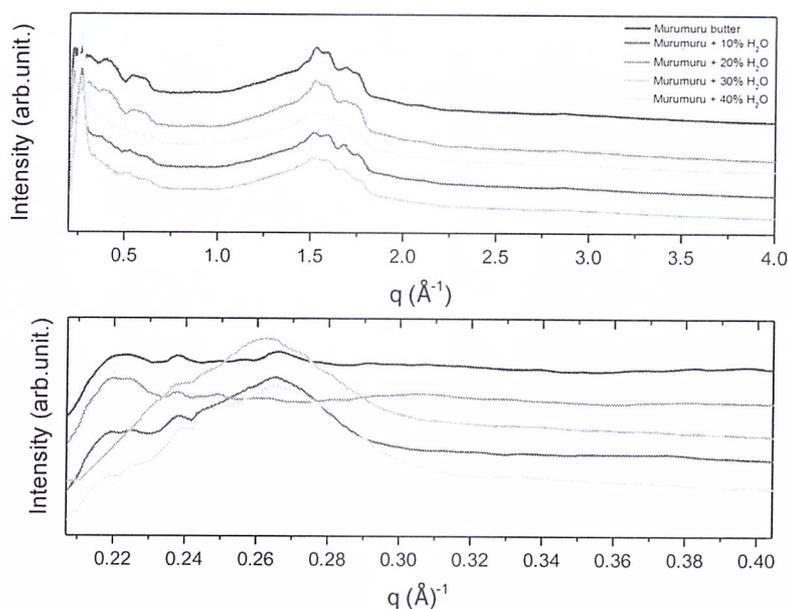


Figura 4. (a) Difractograma SAXS da manteiga de murumuru nas composições: pura, 10,20, 30 e 40% de H₂O em ângulos maiores e (b) em ângulos menores.

O pico localizado em $q = 0,26 \text{ \AA}^{-1}$ é formado pelas reflexões (011) e (0-11), tornando-se mais amplo com o aumento do percentual de H₂O. Os picos localizados em ângulos menores (observado na Figura 4 (b) são formados por muitas reflexões (aglomerados mais largos) que resultam em picos mais amplos.

5.5 – Cromatografia Gasosa

A composição de ácidos graxos da manteiga sementes *Astrocaryum murumuru* Mart. resultou em um total de 99,87 % de sua massa. Os componentes majoritários da manteiga foram o ácido Láurico (40%), mirístico (29,3%), Oleico (11,4%) e Palmítico (8,9%), esses quatro ácidos representam 89,6% da composição da amostra.

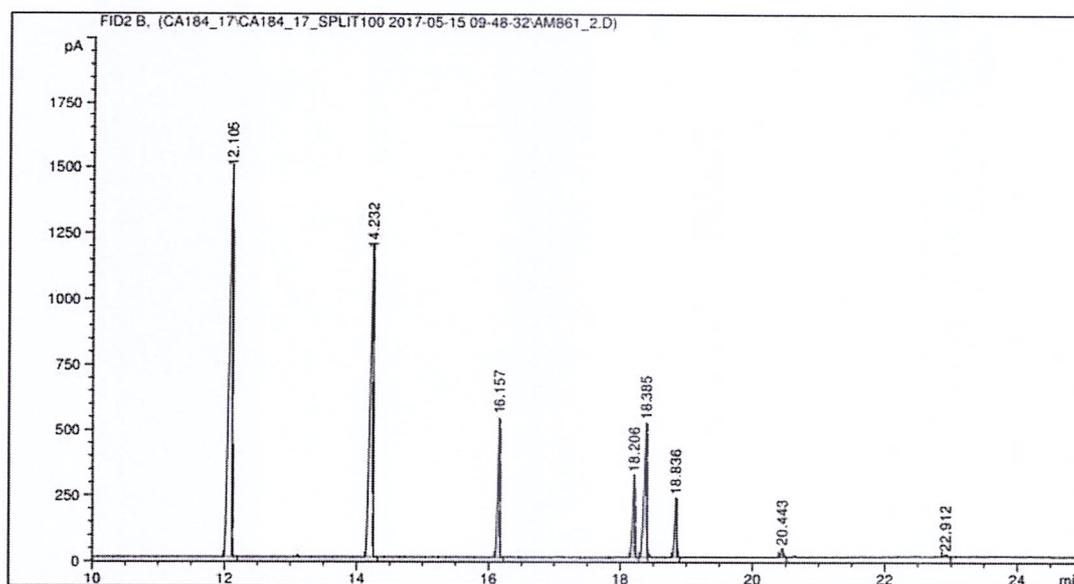


Figura 5. Picos de detecção a partir do tempo de retenção (min) de cada ácido.

A tabela 3 demonstra os valores em concentração de cada ácido graxo presente na amostra.

Tabela 3. Concentração de cada componente da amostra.

Nº de Carbonos	Ácidos Graxos	Concentração (% A)
C12:0	Ácido Láurico	40,0 (± 0,2)
C14:0	Ácido Mirístico	29,3 (± 0,3)
C16:0	Ácido Palmítico	8,9 (± 0,1)
C18:0	Ácido Esteárico	5,6 (± 0,1)
C18:1	Ácido Oleico	11,4 (± 0,1)
C18:2	Ácido Linoléico	3,9 (± 0,1)
C20:0	Ácido Araquídico	0,61 (± 0,01)
C22:0	Ácido Behênico	0,16 (± 0,02)

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos representados pela forma RCO_2H em que R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, podendo ser saturada (ligações simples) ou insaturada contendo uma ou mais ligações duplas (SANTOS et al., 2013). O agrupamento carboxila é a região polar e R é a região apolar da molécula. De acordo com O perfil cromatográfico observamos que os ácidos graxos saturados majoritários apresentaram uma cadeia longa de carbonos, sendo que o ácido oleico apresenta uma instauração em sua estrutura. O perfil anfílico da cadeia e o número de insaturações são propriedades necessárias para a obtenção de estruturas líquido cristalinas a partir de gorduras vegetais.

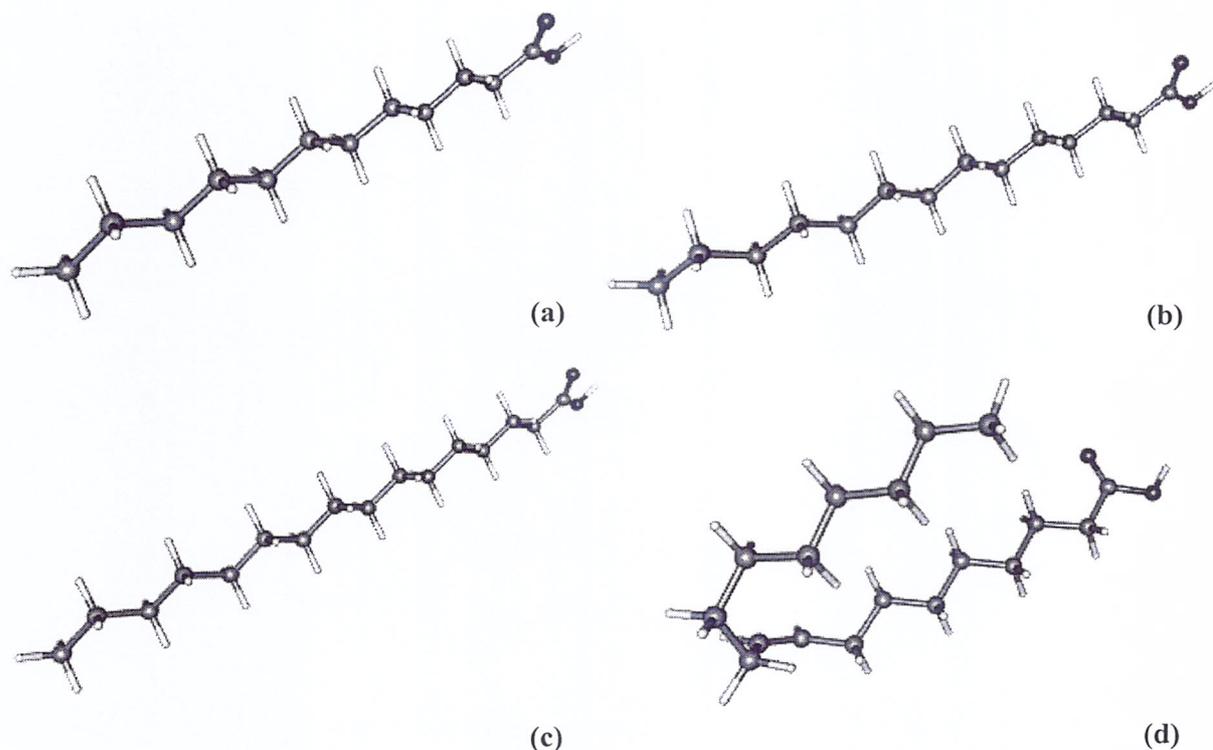


Figura 6. Estrutura dos ácidos graxos majoritários: (a) ácido láurico (12 carbonos), (b) ácido mirístico (14 carbonos), (c) ácido palmítico (16 carbonos) e (d) ácido oleico (18 carbonos e uma instauração).

Fonte: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov

6. PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS.

Os resultados obtidos neste trabalho não foram apresentados em um evento, pois serão utilizados para a produção de um artigo mais completo posteriormente.

7. PRINCIPAIS PROBLEMAS E DIFICULDADES PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Os principais problemas e dificuldades para a realização das atividades foram a falta dos equipamentos necessários para realizar as medidas, de modo que, somente a microscopia de luz polarizada foi realizada na Universidade federal do oeste do Pará (UFOPA), as outras medidas foram realizadas fora do estado, demandando tempo, recursos e esforço para a produção deste trabalho.

8. REFERÊNCIAS

- A.C. Larson, R.B. Von Dreele, General Structure Analysis System (GSAS), Los Alamos Natl. Lab. Rep. LAUR. 86 (2004) 748.
- ALMEIDA, E.L.; GOULART, G.A.S.; NETO, S.N.; CHIERICE, G.O.; SIQUEIRA, A.B. Preparation and characterization of polyurethane with different quantities of baru oil. *Polímeros* vol.26 no.2 São Carlos Apr./June 2016 Epub June 07, 2016.
- DANESHVAR, S., BEHROOZ, R., KAZEMI NAJAFI, S., AND MIR MOHAMAD SADEGHI, G. **Characterization of polyurethane wood adhesive prepared from liquefied sawdust by ethylene carbonate**, *BioRes.* 14(1), 2019, 796-815.
- FORMARIZ, T. P. et al. Microemulsões e fases líquidas cristalinas como sistemas de liberação de fármacos. **Revista brasileira de ciências farmacêuticas**, v. 41, n. 3, 2005.
- GAI, Lili et al. A Wang-Landau study of a lattice model for lipid bilayer self-assembly. **The Journal of chemical physics**, v. 137, n. 14, p. 144901, 2012.
- GUO, C. et al. Lyotropic liquid crystal systems in drug delivery. **Drug Discovery Today**, v. 15, n. 23-24, p. 1032-1040, 2010.
- GUO L, HUANG M, ZHANG X, J. *Materials Science: Materials in Medicine*, 14, 817 (2003).
- GOH, K.M.; MAULIDIANI, M.; RUDIYANTO, R.; WONG, Y.H.; ANG, M.Y.; YEW, W.M.; ABAS, F.; LAI, O.M.; WANG, Y.; TAN, C.P. Rapid assessment of total MCPD esters in palm-based cooking oil using ATRFTIR application and chemometric analysis. *Talanta Volume 198*, 1 June 2019, Pages 215-223
- H.M. Rietveld, A profile refinement method for nuclear and magnetic structures, *J. Appl. Crystallogr.* 2 (1969) 65-71.
- HU, Juan-mei et al. The self-assembly of linear-dendritic and lipid-like copolymers investigated by computer simulations. **RSC Advances**, v. 4, n. 104, p. 59785-59791, 2014.
- KULKARNI, Chandrashekhar V. et al. Monoolein: a magic lipid?. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 13, n. 8, p. 3004-3021, 2011.
- KULKARNI, Chandrashekhar V. Lipid crystallization: from self-assembly to hierarchical and biological ordering. **Nanoscale**, v. 4, n. 19, p. 5779-5791, 2012.
- LIMA, R. P. et al. Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) butter and oils of buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) and pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 536-544, 2017

P. W. Stephens, Phenomenological model of anisotropic peak broadening in powder diffraction J. Appl. Cryst. (1999). 32, 281-289.

PATEL, R.; PATEL, T. N. Liquid crystals and their application in the field of drug delivery. **Colloids in Drug Delivery**, v. 150, p. 311-336, 2010.

QIANG, Xiaowei et al. Liquid-crystal self-assembly of lipid membranes on solutions: A dissipative particle dynamic simulation study. **Polymer**, v. 115, p. 1-11, 2017.

ROSEVEAR, F. B. The microscopy of the liquid crystalline neat and middle phases of soaps and synthetic detergents. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 31, n. 12, p. 628-639, 1954.

RODRIGUES, Juliana Neves; GIOIELLI, Luiz Antonio; ANTON, Carolina. Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos de misturas de gordura do leite e óleo de milho. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 23, n. 2, p. 226-233, 2003.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia: I diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.100, supl.3, p.1-40, 2013.

VALERO, M.F.; DÍAZ, L.E. Poliuretanos obtidos a partir de aceite de higuierilla modificado y poli-isocianatos de lisina: síntesis, propiedades mecánicas y térmicas y degradación *in vitro*. Quím. Nova vol.37 no.9 São Paulo 2014.

ZIBLAT, Roy; LEISEROWITZ, Leslie; ADDADI, Lia. Crystalline Lipid Domains: Characterization by X-Ray Diffraction and their Relation to Biology. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 50, n. 16, p. 3620-3629, 2011.

9. ANEXOS

Este trabalho não possui anexos.

10. PARECER DO ORIENTADOR

A princípio, é importante salientar que o discente Wendel Clei Souza Rodrigues desempenhou o seu trabalho com excelência, mostrando-se sempre dedicado, interessado e disposto à pesquisa. Ademais, destaca-se por sua habilidade e competência técnica em se dispor ao exercício de atuar em temas diferentes de sua formação, já que cursa engenharia física e seu trabalho de pesquisa está voltado para as Ciências Farmacêuticas. Portanto, o aluno obteve êxito em todos os objetivos expostos por esta orientadora.

Santarem - Pa, 06/08/2019

Local, data



Assinatura do orientador
Karoline Mendes
Coordenadora do Laboratório
Farmacotécnica /UFOPA
Port. n.º 025 de 12/07/2014

Assinatura do bolsista

