

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Alanna Britisqui Yabiku

Composição nutricional e caracterização do óleo obtido da biomassa da Mosca Soldado Negro (*Hermetia illucens*)

Florianópolis

2023

Alanna Britisqui Yabiku

Composição nutricional e caracterização do óleo obtido da biomassa da Mosca Soldado Negro (*Hermetia illucens*)

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Jane Mara Block

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Yabiku, Alanna Britisqui

Composição nutricional e caracterização do óleo obtido da biomassa da Mosca Soldado Negro (*Hermetia illucens*) / Alanna Britisqui Yabiku ; orientadora, Jane Mara Block, 2023.
50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Mosca soldado negro. 3. Composição nutricional. 4. Características de identidade do óleo. 5. Características de qualidade do óleo. I. Block, Jane Mara. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Alanna Britisqui Yabiku

Composição nutricional e caracterização do óleo obtido da biomassa da Mosca Soldado Negro (*Hermetia illucens*)

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 22 de junho de 2023.

Prof.^a Dra. Ana Carolina de Oliveira Costa
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Jane Mara Block
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Kátia Rezzadori
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Giustino Tribuzi
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer primeiramente aos meus pais, Patricia e Auro, que sempre me apoiaram, me guiando pelo caminho certo com muito amor, carinho e dedicação. Passei esses anos da graduação longe, mas sempre senti o amor de vocês por perto. Ao meu irmão, Kenzo, que fica maior a cada vez que eu o vejo, todo o amor do mundo.

Muito obrigada à Universidade Federal de Santa Catarina, ao Centro de Ciências Agrárias, ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos e a todos que fazem parte dele, professores, servidores, colegas e amigos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Jane Mara Block, que me propôs o tema desse trabalho, me incentivou, me apoiou e me orientou, e a quem eu sou profundamente grata. Quero agradecer também aos meus colegas do Laboratório de Óleos e Gorduras, e em especial a Gabriela Polmann, que foi quem me deu suporte e esteve comigo em todos os passos do caminho e das análises. Ao Laboratório de Bromatologia e aos membros do Laboratório de Compostos Bioativos também, pelo fornecimento do espaço e apoio nas análises.

À empresa que foi tão gentil em me fornecer as amostras para a realização desse estudo, Alfafly. E ao Evoy Zaniboni, que sempre esteve disposto a responder minhas perguntas e tirar minhas dúvidas.

Ao LabCal e a todas as minhas queridas amigas do Laboratório de Físico-Química, com quem partilhei momentos curtos, mas muito especiais e de muito aprendizado.

Aos meus amigos e amigas de Florianópolis, que eu fui tão sortuda por ter conhecido, muito obrigada pela companhia, amor, afeto e fraternidade.

Aos membros da banca, que aceitaram o convite e se tornaram disponível a ler, corrigir, dar sugestões e contribuições.

E para todos que de alguma forma me apoiaram. Muito obrigada!

RESUMO

O crescimento populacional e a constante necessidade de produção de alimentos trazem desafios para a alimentação humana e a busca por matérias-primas sustentáveis. Tem sido relatado na literatura que os insetos podem trazer muitos benefícios e inovações na busca por fontes alternativas ricas em nutrientes. Neste trabalho, foram estudadas a composição nutricional da biomassa e as características de qualidade e identidade do óleo extraído da Mosca Soldado Negra (MSN). Os resultados mostraram que na biomassa da MSN os lipídios foram os componentes majoritários (54,11%), seguidos pelas proteínas (30,93%). O ácido láurico (40,08-48,06%) foi o principal ácido graxo no óleo da MSN. Dentre os ácidos graxos insaturados, os principais ácidos foram o ácido oleico (11,29 a 15,95%) e o ácido linoleico (13,09 a 13,47%). O óleo fresco obtido da MSN apresentou características de alta qualidade e alta estabilidade oxidativa (OSI de 27,85 horas). Após 6 meses de armazenamento, foram observadas alterações na qualidade, dentro do estabelecido pelo Codex Alimentarius para óleos não refinados, e menor estabilidade oxidativa (OSI de 11,42 horas). Os resultados obtidos indicaram que o óleo da MSN pode ser classificado como láurico. Este óleo pode ser utilizado na alimentação humana e animal, e em diversos tipos de indústria. Indicam também que o controle de armazenamento é necessário para que a qualidade seja mantida por períodos mais longos.

Palavras-chave: Mosca soldado negro. Composição nutricional. Perfil em ácidos graxos. Características de qualidade. Oxidação, Índice de Estabilidade Oxidativa.

ABSTRACT

The population growth and the constant need for food production brings challenges for human nutrition and the search for sustainable raw materials. It has been reported in the literature that insects can bring many benefits and innovation in the search for alternative sources rich in nutrients. In this work, the nutritional composition of the biomass and the characteristics of quality and identity of the oil extracted from Black Soldier Fly (BSF) were studied. The results showed that in MSN biomass lipids were the major components (54.11%), followed by proteins (30.93%). Acid lauric (40.08-48.06%) was the main fatty acid in BSF oil. Among unsaturated fatty acids, the main acids were oleic acid (11.29 to 15.95%) and linoleic acid (13.09 to 13.47%). The fresh oil obtained from BSF showed high quality characteristics and high oxidative stability (OSI of 27,85 hours). After 6 months of storage, changes were observed in the quality of the oil, but within what is established by the Codex Alimentarius for not refined oils, and lower stability (OSI of 11,42 hours). The results obtained indicated that the oil from BSF can be classified as a lauric fat. This oil can be used in food and feed, and in different types of industry. They also indicate that storage control is necessary so that the quality is maintained for longer periods.

Keywords: Black soldier fly. Nutritional composition. Fatty acid profile. Quality features. Oxidation, Oxidative Stability Index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mosca Soldado Negro (MSN) (<i>Hermetia illucens</i>).	15
Figura 2 – Ciclo de vida da mosca soldado negro.	16
Figura 3 – Larvas vivas (A), desidratadas (B) e farinha da mosca soldado negro (C). ..	21
Figura 4 – Amostra A1 (A) e A2 (B) da mosca soldado negro.....	25
Figura 5 – Sistema de produção da mosca soldado negro.....	26
Figura 6 – Óleo obtido da amostra A1 (A) e A2 (B) após a prensagem.....	27
Figura 7 – Óleo das amostras A1 (A) e A2 (B) pós-centrifugação.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional da biomassa da mosca soldado negro obtida em diferentes estudos.	17
Tabela 2 – Composição em ácidos graxos do óleo da mosca soldado negro reportada em diferentes estudos	19
Tabela 3 – Comparação da composição nutricional da mosca soldado negro com outros insetos em base seca. Adaptado de Makkar et al. (2014).....	33
Tabela 4 – Perfil em ácidos graxos de óleos das amostras de óleo da mosca soldado negro.	35
Tabela 5 – Características de identidade do óleo obtido da mosca soldado negro.	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC - Association of Official Agricultural Chemists
AOCS – American Oil Chemists' Society
BSF – Black Soldier Fly
CG – Cromatógrafo a gás
Cox – Oxidabilidade Calculada
DP – Desvio padrão
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FID - Detector de ionização de chama
EUA – Estados Unidos da América
IAT – Índice de Aterogenicidade
ILN – Índice Lipídico Nutricional
IS – Índice de Saponificação
IT – Índice de Trombogenicidade
H/H – Razão Hipocolesterolêmica/Hipercolesterolêmica
KI – Iodeto de potássio
KOH – Hidróxido de potássio
MA – Malonaldeído
MDA – Malondialdeído
MSN – Mosca soldado negro
MUFA – Ácidos graxos monoinsaturados
PUFA – Ácidos graxos poli-insaturados
SFA – Ácidos graxos saturados
TBARS – Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico
TBA – Valor de ácido 2-tiobarbitúrico
UFA – Ácidos graxos insaturados
UR – Umidade relativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral.....	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	MOSCA SOLDADO NEGRO	14
2.1.1	Biologia e ciclo de vida.....	14
2.1.2	Composição nutricional.....	16
2.1.3	Quitina e quitosana.....	18
2.1.4	Composição do óleo da MSN	18
2.2	INSETOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL E HUMANA	20
2.3	ÓLEO DE INSETOS	22
2.4	IMPACTO SOCIAL E AMBIENTAL DO USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO	23
2.4.1	Legislação.....	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	AMOSTRAS.....	25
3.2	PRODUÇÃO DAS LARVAS	25
3.3	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA MSN	26
3.4	OBTENÇÃO DO ÓLEO DA MSN.....	27
3.5	CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDADE DO ÓLEO DA MSN	27
3.5.1	Composição em ácidos graxos do óleo da MSN.....	27
3.5.2	Índice de iodo calculado e Índices nutricionais do óleo da MSN	28
3.6	CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO ÓLEO DA MSN	29
3.6.1	Índice de estabilidade oxidativa do óleo da MSN.....	29
3.6.2	Índice de acidez.....	29
3.6.3	Índice de peróxidos	30

3.6.4	Valor de ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).....	30
3.6.5	Índice de extinção específica (dienos e trienos conjugados).....	31
3.6.6	Índice de saponificação	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA MSN	33
4.2	RENDIMENTO	33
4.3	CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDADE DO ÓLEO DA MSN	34
4.3.1	Composição em ácidos graxos do óleo da MSN.....	34
4.3.2	Índice de iodo calculado, Índice de Saponificação e Índices nutricionais do óleo da MSN.....	35
4.4	CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO ÓLEO DA MSN	38
5	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXOS – Cromatograma padrões	46

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais da produção de alimentos, como a emissão dos gases do efeito estufa e uso não sustentável da água potável tem preocupado os cientistas ao redor do mundo (VAN HUIS, 2013a). Segundo dados da FAO (2021) mais de 9 bilhões de pessoas precisarão ser alimentadas até 2030. Além disso, bilhões de animais de criação e de estimação também precisarão ser alimentados (FAO, 2021). Neste contexto a Mosca Soldado Negro (MSN) surge como uma alternativa mais sustentável para substituir ou ser utilizada como um ingrediente em rações animais. A alta eficiência na conversão alimentar de resíduos em biomassa da MSN, uso de resíduos e menores emissões de gases do efeito estufa na sua criação, ciclo de vida curto, e uma composição nutricional rica em macronutrientes torna esta matéria-prima interessante para uso como ração (TOMBERLIN; SHEPPARD, 2001).

A mosca também possui um potencial de uso em larga escala, em sistemas de caixas, facilmente controlados, na qual nenhuma instalação especial separada é necessária. Por outro lado, a soja, principal matéria-prima para produção de proteína para ração animal, precisa de extensa disponibilidade de terras, que ficam sujeitas ao desmatamento, ameaçando as florestas e a biodiversidade (SHEPPARD et al., 1994). A produção da MSN pode ocorrer em diversos tipos de substrato, como resíduos orgânicos em decomposição, frutas e vegetais podres, restos de alimentos ou esterco (NEWTON et al., 2005). Além disso, o tipo de substrato fornecido influencia a composição final da biomassa (DANIELI et al., 2019). O teor de proteínas varia de 33 a 47,46 g/100g, lipídios de 28,38 a 38,36 g/100g, cinzas de 5,3 a 8,19 g/100g e fibra bruta de 6,65 a 9,48 g/100g.

Para poder ser utilizada como ração, a biomassa deve ser desengordurada para o controle do balanço energético e a padronização dos requisitos específicos para os animais, e os altos níveis de gordura podem comprometer a palatabilidade da ração. Ademais, a gordura extraída pode ser utilizada no consumo humano e em aplicações industriais (MATTHÄUS et al., 2019).

A produção de óleo a partir da MSN permitiria a produção sustentável de uma nova fonte de gordura com potencial para diferentes usos na indústria de alimentos, cosmética e energia. Algumas pesquisas já relataram a composição em ácidos graxos do óleo obtido da MSN, rico em ácidos graxos saturados (entre 65,2 e 79,58%). O principal ácido graxo do óleo da MSN é o ácido láurico, com teores entre 36,59 e 54,31%. Estes teores são encontrados em matérias-primas como as gorduras de coco, o palmiste e o babaçu, classificadas como gorduras láuricas.

No presente trabalho a composição nutricional e as características de identidade e qualidade do óleo obtido da biomassa da MSN foi estudado. As amostras foram obtidas de uma “startup” localizada na Palhoça, município de Santa Catarina, que produz a biomassa a partir de resíduos de orgânicos (restos de supermercado e restaurantes). Com a realização deste estudo informações importantes sobre o potencial de uso desta matéria-prima alternativa poderão ser obtidos e utilizados pelos jovens empreendedores da empresa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a composição nutricional e determinar as características de identidade e qualidade do óleo obtido da biomassa de larvas e pré-pupas da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*).

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a composição nutricional da biomassa da mosca soldado negro.
- Obter o óleo da biomassa da mosca soldado negro através de prensagem hidráulica.
- Determinar as características de identidade do óleo da mosca soldado negro através da determinação do perfil de ácidos graxos, índice de iodo calculado e índice de saponificação.
- Determinar os índices nutricionais, Índice Lipídico Nutricional (ILN), Índice de Aterogenicidade (IAT), Índice de Trombogenicidade (IT), Razão Hipocolesterolêmica/Hipercolesterolêmica (H/H) e Oxidabilidade Calculada (Cox) do óleo da mosca soldado negro.
- Determinar as características de qualidade do óleo da mosca soldado negro através do índice de acidez, índice de peróxidos, índice de extinção específica (dienos e trienos), valor de ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) e estabilidade oxidativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MOSCA SOLDADO NEGRO

2.1.1 Biologia e ciclo de vida

A mosca soldado negro (MSN) (*Hermetia illucens*), do inglês “Black soldier fly (BSF)” (Figura 1), é um inseto que pertence à ordem dos dípteros, família Stratiomyidae e subfamília

Hermetiinae. É nativa das regiões tropicais, subtropicais e temperadas do continente americano, mas agora está presente no restante do mundo, graças as migrações humanas e o comércio de mercadorias. É encontrada em muitos países da Europa, África, Oceania e Ásia (CARUSO et al., 2014).

Figura 1 – Mosca Soldado Negro (MSN) (*Hermetia illucens*).



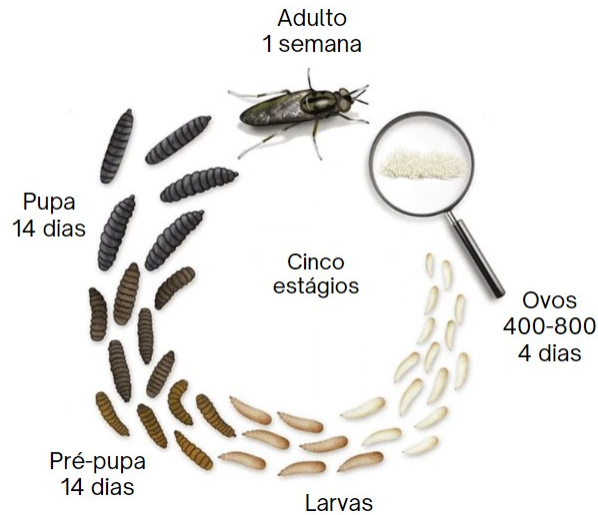
Fonte: <http://quintalflorestal.com.br/larvas-de-mosca-soldado-no-minhocario-2-0-se-voce-nao-pode-vencer-junte-se-a-elas/>.

Possuem uma cápsula cefálica separada do corpo, com peças bucais fortes que servem para alimentação e locomoção. O seu corpo larval apresenta 11 segmentos cobertos por pelos e cerdas, com coloração marrom-claro até a fase de pupa, onde se torna marrom-escuro (CARUSO et al., 2014). A MSN passa por cinco estágios em seu ciclo de vida: ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulta. A fase larval é dividida em seis instares, que é o período entre dois eventos de muda, com a renovação do exoesqueleto (CHIA, 2019). Em temperaturas de 29 °C, o tempo para o desenvolvimento da MSN até o estágio adulto é de cerca de 38 dias (SHEPPARD et al., 2002).

A mosca fêmea põe entre 400 a 800 ovos (Figura 2) em pequenas cavidades secas e protegidas de predadores, perto da matéria orgânica em decomposição, que garante a primeira fonte de alimento das larvas pós-eclosão. E pouco depois da oviposição, a fêmea morre (DORTMANS et al., 2021). Fatores como temperatura, umidade, intensidade de luz, qualidade e quantidade de alimentos disponíveis são fatores que afetam seu ciclo de vida (CARUSO et al., 2014). As larvas eclodem em 4 dias, se alimentando vorazmente de um amplo espectro de materiais em decomposição, como frutas, vegetais, resíduos de humanos e animais e carniça,

crecendo de menos de um milímetro para cerca de 2,5 cm de comprimento e 0,5 cm de largura, com coloração creme (DORTMANS et al., 2021; HALL; GERHARDT, 2002).

Figura 2 – Ciclo de vida da mosca soldado negro.



Fonte: <https://www.insectschool.com/uncategorized/understanding-the-life-cycle-of-the-black-soldier-fly/>.
Adaptado pela autora.

Em cerca de 14 dias, desenvolvem-se em pré-pupas, quando evacuam seu trato digestivo e não se alimentam mais, mas usam suas peças bucais para puxar seu corpo em busca de um local seguro para a pupação (NEWTON et al., 2005). A pupação dura cerca de 14 dias, e ocorre quando elas emergem do substrato de alimentação para se transformarem em um adulto. Durante essa fase, elas estão em seu tamanho máximo, com um grande estoque de gordura para sustentá-las durante a metamorfose. O exoesqueleto escurece e a pupa se desenvolve, que resulta em uma mosca adulta (CHIA, 2019; HALL; GERHARDT, 2002)

Então, após os adultos emergirem, a mosca vive cerca de uma semana. Durante esse período, eles procuram um parceiro, copulam e colocam ovos. Na fase adulta, a MSN não se alimenta, utilizando a gordura armazenada no estágio larval. Uma fonte de água ou uma superfície úmida é necessária para manter a MSN hidratada (DORTMANS et al., 2021; NEWTON et al., 2005).

2.1.2 Composição nutricional

A composição nutricional da MSN é diretamente relacionada com o tipo de alimentação fornecida. Diferenças na formulação da dieta causam diferentes tendências de acúmulo de gordura, especialmente em ácidos graxos saturados (DANIELI et al., 2019). Além da dieta, o

estágio de vida e as condições de criação também influenciam a composição. As larvas de MSN apresentam composição variável, dependendo da qualidade e da quantidade do alimento ingerido. Além da dieta estágio larval também pode influenciar a composição em nutrientes, sendo maior nos instares posteriores (BARRAGAN-FONSECA; DICKE; VAN LOON, 2017). Sheppard et al. (1994) desenvolveram um sistema de produção de MSN utilizando esterco de aves e a biomassa produzida foi utilizada para formular uma ração com 42% de proteína e 35% de gordura.

Tabela 1 – Composição nutricional da biomassa da mosca soldado negro obtida em diferentes estudos.

Componente (g/100g)	A*	B	C	D	E
Proteína	39,38 - 47,46	35	40,76	33	34
Lipídios	28,43-38,36	29,8	28,38	34,3	33
Fibra bruta	7,41-9,48	7,9	6,65	-	-
Cinzas	7,26-8,19	5,3	6,94	9,6	10,1

A*: ZULKIFLI et al., 2022, resultados para duas amostras com larvas alimentadas com resíduos diferentes; B: RAWSKI et al., 2020; C: MURAWSKA et al., 2021; D: SHUMO et al., 2019; E: DANIELI et al., 2019

A Tabela 1 mostra a composição centesimal da MSN reportada em diferentes estudos. Os teores para a proteína ficaram entre 33 e 47,46 g/100g. Para os lipídios, os valores apresentaram valores variáveis de 28,38 a 38,36 g/100g. Os teores de cinzas apresentaram uma variação de 5,3 a 10,1 g/100g. A fibra bruta encontrada pelos três autores ficou entre 6,65-9,48 g/100g.

Para as amostras de Zulkifli et al., (2022), foram dados dois tipos de alimentação diferentes: subprodutos orgânicos da indústria e restos de comida. Para as análises realizada por Rawski et al. (2020), as larvas foram alimentadas com farelo de trigo e uma mistura de frutas e vegetais frescos. A dieta da MSN por Shumo et al. (2019) foi realizada com resíduos de cozinha. No trabalho de Danieli et al. (2019), as larvas foram alimentadas com uma dieta baseada em milho moído, farelo de trigo e alfafa desidratada. Essas diferenças nas dietas podem explicar a variação obtida entre os principais macronutrientes encontrados,

2.1.3 Quitina e quitosana

Apesar de todo o seu potencial nutricional, a MSN possui uma quantidade considerável de quitina, que pode limitar seu uso na ração animal, pois uma relação negativa entre esse componente e a digestibilidade animal já foi observada (JAYANEGARA et al., 2020).

Depois da celulose, a quitina é o segundo polissacarídeo mais distribuído na natureza sendo um dos componentes estruturais do exoesqueleto de artrópodes e das paredes celulares de fungos e leveduras (KHAYROVA; LOPATIN; VARLAMOV, 2019). Danieli et al. (2019) relataram teores de quitina entre 7,7% e 9,6% na MSN. O conteúdo de quitina aumenta nos estágios finais do ciclo de vida da MSN, com a pupa contendo um maior teor que a larva. Além disso, as cascas das mudas entre os instares e os casulos pós-pupa são os mais ricos em quitina (SOETEMANS; UYTTEBROEK; BASTIAENS, 2020).

A partir do processamento da MSN para alimentação animal, as cascas das mudas e os casulos contendo quitina são deixados como subproduto (HAHN et al., 2022). Esse rejeito poderia ser extraído para a obtenção da quitina pura. Para isso, vários métodos podem ser empregados: métodos químicos (usando vários reagentes) e biológicos (fermentação). Assim, essa quitina obtida pode ser aproveitada na medicina (tendões artificiais e curativos), em cosméticos (cuidados pessoais) e produtos farmacêuticos; em especial, a quitina da MSN tem sido usada como adsorvente de corantes orgânicos (ZŁOTKO et al., 2021).

2.1.4 Composição do óleo da MSN

Na Tabela 2 pode ser observada a composição em ácidos graxos do óleo da MSN reportada em diferentes estudos. As amostras apresentaram altos teores de ácido graxos saturados, ficando entre 65,2 e 79,58%, sendo o componente majoritário o ácido láurico (36,59 – 54,31%). O ácido palmítico foi o segundo maior descrito, com 12,04 – 24,59%. Dos ácidos graxos monoinsaturados (10,55 – 22,4%), o principal encontrado foi o ácido oleico, com valores de 6,4 até 19,1%. Para os poli-insaturados, o ácido linoleico apresentou valores de 4,71 até 14,07%, e para o ácido linolênico, os valores foram mínimos, com exceção da amostra de Daskiewicz et al. (2022), que apresentou maior teor de 1,65% em comparação com os outros, que ficaram em torno de 0,02-0,8%.

Tabela 2 – Composição em ácidos graxos do óleo da mosca soldado negro reportada em diferentes estudos

Ácidos graxos	(ZULKIFLI et al., 2022)	(ZULKIFLI et al., 2022)	(EWALD et al., 2020)	(DASZKIEWICZ et al., 2022)	(DANIELI et al., 2019)	(MATTHÄUS et al., 2019)
Cáprico 10:0	0,85	0,44	-	0,86	0,82	-
Láurico 12:0	37,18	36,59	39,9	45,97	54,31	47,7
Mirístico 14:0	8,09	11,77	6,7	8,7	8,77	11,5
Palmítico 16:0	24,59	24	16,3	12,21	12,04	15,6
Estearico 18:0	3,32	4,42	2,1	2,53	1,18	2,2
Heneicosanoico 21:0	0,82	-	<0,5	-	-	-
SFA	74,83	77,47	65,2	70,72	79,58	77,1
Miristoleico 14:1	-	-	0,2	-	0,49	-
Palmitoleico 16:1	2,67	2,55	2,6	1,91	2,47	3,9
cis-10 heptadecanóico 17:1	-	-	-	0,2	-	-
Oleico 18:1n9c	15,35	13,65	19,1	11,24	6,4	9,7
MUFA	18,02	16,66	22,4	13,41	10,55	13,7
Linoleico 18:2n6c	6,83	4,71	9,9	14,07	8,07	6,1
Linolênico 18:3n6c	0,32	0,62	-	1,65	0,02	0,8
PUFA	7,15	5,87	12,4	15,87	9,87	6,9

*(ZULKIFLI et al., 2022): resultados para duas amostras com larvas alimentadas com resíduos diferentes

A amostra de Danieli et al (2019), alimentada com uma dieta controle baseada em milho moído, farelo de trigo, alfafa desidratada, apresentou o maior teor de ácido láurico (54,31%). Em estudo de Daskiewicz et al. (2022), foram obtidos os maiores valores de PUFA (15,87%): 14,07% para o ácido linoleico e 1,65% para linolênico. As amostras de Zulkifli et al. (2022), obtiveram os maiores teores de ácido palmítico (24,59%) na amostra alimentada com subprodutos orgânicos da agroindústria e os menores teores de ácido láurico (36,59%) e linoleico (4,71%) na amostra alimentada com restos de comida. Para as larvas alimentadas com resíduos de restaurante de Ewald et al. (2020), um menor teor de SFA (65,2%) foi encontrado, contudo, obteve os maiores valores de MUFA, com o oleico sendo o maior constituinte (19,1%).

Segundo Barragan-Fonseca et al. (2017), o perfil de ácidos graxos da MSN está relacionado com o tipo de ácido graxo presente na dieta da MSN. Desta forma ácidos graxos

ômega-3, como ácido α -linolênico e eicosapentaenoico, podem ser incorporados na biomassa quando estes estão disponíveis na dieta.

Além disto, maiores teores de gordura na dieta, podem resultar em um maior teor de ácido láurico na biomassa, sugerindo possibilidades para adaptar o perfil de ácidos graxos das larvas de MSN (OONINCX et al., 2015).

2.2 INSETOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL E HUMANA

A demanda por fontes de proteína de origem animal aumenta devido aos efeitos de crescimento populacional e aumento dos padrões de vida nos países em desenvolvimento (BARRAGAN-FONSECA; DICKE; VAN LOON, 2017). Assim, há uma procura por matérias-primas alternativas e sustentáveis para a alimentação animal, para atender um mercado cada vez mais atento às questões ambientais (DANIELI et al., 2019).

Nesse cenário, temos os insetos, que são altamente nutritivos, ricos em gordura, proteína e minerais, com alta eficiência de conversão alimentar e taxas de crescimento. Estas características tornam os insetos interessantes como alimentos de alta qualidade com menores custos de produção (BARRAGAN-FONSECA; DICKE; VAN LOON, 2017; RUMPOLD; SCHLÜTER, 2013)

Além do aspecto nutricional, os insetos podem ser produzidos em grande quantidade e distribuído no mercado com preços acessíveis (CHIA, 2019). Ademais, também há a questão do uso de água, para a produção de animais. A carne bovina, por exemplo, utiliza 22.000 litros por quilo produzido, esse valor pode chegar a 43.000 litros, se considerar os insumos indiretos, como a forragem e o cultivo de grãos. Esses valores, para a criação de insetos, são esperados serem muito mais baixos (VAN HUIS, 2013).

Também há a questão da emissão de gases de efeito estufa da produção pecuária, que incluem o transporte de gado e ração, que representam aproximadamente 18% das emissões globais produzidas pelo homem. Sobre a questão das taxas de conversão alimentar, os insetos conseguem converter sua alimentação em porções comestíveis, muito mais rápido e em uma taxa mais elevada que bovinos, suínos ou aves (VAN HUIS, 2013). Para 1 kg de proteína animal de alta qualidade, é necessário o fornecimento de 6 kg de ração para o gado, em contrapartida, para a produção de 1 kg de grilos, requer 1,7 kg de ração. Isso se dá, provavelmente, porque os insetos são de sangue-frio e não precisam se alimentar para manter a temperatura corporal (VAN HUIS, 2013a)

A MSN é apontada como um potencial substituto para rações animais, podendo ser consumida inteira, processada, em pasta ou moída em farinha concentrada em proteínas (Figura 3) (FAO, 2013). Para o seu cultivo podem ser utilizados substratos orgânicos, como esterco, polpa de café, vegetais e diversos resíduos orgânicos (SHEPPARD et al., 1994).

Figura 3 – Larvas vivas (A), desidratadas (B) e farinha da mosca soldado negro (C).



Fonte: Empresa Alfafly

As pré-pupas da mosca podem ser facilmente auto colhidas, graças aos seus hábitos migratórios para a pupação, o que pode ajudar na coleta para a utilização como ração. Quando utilizada como ração seca apresenta em torno de 42% de proteína e 35% de gordura (TOMBERLIN; SHEPPARD, 2001), valores comparáveis com a soja ou com a farinha de carne e ossos que apresentam 38,73 – 45,11% de proteína e 11,6 – 19,87% de gordura (SILVA; SOUZA, 2013)

Os teores de proteínas e lipídios da MSN são mais do que o necessário na dieta da maioria dos animais, o que pode levar a uma alteração na digestibilidade e palatabilidade. A presença de altos níveis de lipídios em ração animal pode diminuir a digestão e atrapalhar a fermentação. Assim, é aconselhável desengordurar as larvas de MSN para usar a farinha rica em proteínas como ração e utilizar os lipídios para outros fins (MAKKAR et al., 2014).

Quanto à palatabilidade, pode haver problemas não apenas quanto ao alto teor lipídico, mas também, à oxidação em altas temperaturas. O alto teor de cinzas pode diminuir a ingestão de alimentos em animais monogástricos (BARRAGAN-FONSECA; DICKE; VAN LOON, 2017).

O consumo de insetos pelos seres humanos, também conhecido como entomofagia, é uma prática comum em vários países ao redor do mundo, mas é predominante na Ásia, África e América Latina. Os insetos são consumidos como parte da dieta, pelo seu sabor e valor nutritivo, por 2 bilhões de pessoas (FAO, 2013). No entanto, eles não são parte da dieta ocidental, havendo um certo preconceito por parte dos consumidores. Estratégias como a

incorporação de insetos em massas e barras de proteínas foram propostas para a inserção desta matéria-prima na alimentação humana (FAO, 2021)

No Brasil, em alguns locais das regiões Norte e Nordeste há o hábito de consumo de insetos, em função da tradição indígena de consumir insetos. Entre eles, os mais comuns são as formigas, besouros e grilos. A formiga tanajura, também conhecida como “içá” é uma das mais consumidas, sendo comumente preparada com farofa.

O *Dactylopius coccus*, também conhecido como cochonilha, é um inseto criado em cativeiro utilizado para a produção do corante carmim, pigmento que tingem diversos alimentos, entre eles, sorvetes e iogurtes. Além de também ser utilizado na indústria cosmética. Um inseto consumido, principalmente pelas comunidades da Ilha do Marajó-PA, no norte do Brasil, é o “bicho do tucumã”, a larva do besouro *Speciomerus ruficornis germar*, que se instala dentro das sementes do tucumã, podendo ser consumido in natura ou frito, como na farofa (PEREIRA; SIMÕES; CAÑETE, 2022)

2.3 ÓLEO DE INSETOS

O óleo obtido em decorrência do processo de desgorduramento da biomassa de insetos pode ser aproveitado também com sucesso na nutrição de frangos, perus, galinhas, coelhos e diversas espécies de peixes (BENZERTIHA et al., 2020).

Em estudo conduzido por Kieronczyk et al. (2018), o óleo dos insetos *Tenebrio molitor* e *Zophobas morio* foi utilizado para substituir o óleo de soja na nutrição de frangos, não comprometendo seu crescimento ou afetando a digestibilidade de nutrientes (KIEROŃCZYK et al., 2018). As larvas da MSN, mosca-doméstica e *Tenebrio molitor* também têm sido estudadas como matérias-primas promissoras na produção de biodiesel (SU et al., 2019).

Além disso, o óleo extraído do bicho do tucumã pode ser usado como substituto da manteiga ou óleo de fritura (PEREIRA; SIMÕES; CAÑETE, 2022). Também sendo usado de forma medicinal para o tratamento de doenças infecciosas e parasitárias, transtornos do sistema digestivo e como anti-inflamatório. Na sua composição os ácidos graxos oleico e láurico são os majoritários (ROCHA et al., 2014).

2.4 IMPACTO SOCIAL E AMBIENTAL DO USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO

A MSN tem sido proposta como uma maneira eficiente de descartar resíduos orgânicos, convertendo-os em uma biomassa rica em proteínas e lipídios, adequada para o uso na alimentação animal e humana, produção de biodiesel e extração de quitina (MAKKAR et al., 2014).

Ao contrário da mosca-doméstica, a MSN não é considerada uma peste, pois não é atraída por habitações humanas e comida (NEWTON et al., 2005). Assim, ela não invade os ambientes com vida humana, não polui o meio ambiente, não espalha doenças ou prejudica plantações. Além disso, as larvas da MSN podem digerir bactérias nocivas no processo de decomposição dos resíduos orgânicos, como a *Salmonella* spp. e a *Escherichia coli*, reduzindo o perigo que estes resíduos apresentam para o meio ambiente (LIU; WANG; YAO, 2019).

Ademais, a MSN é um inseto reconhecido por controlar significativamente as populações da mosca-doméstica (*Musca domestica* L.). Isso foi observado em operações de criação de aves em gaiolas, provavelmente devido a fatores físicos e químicos que atuam em conjunto para repelir as moscas-domésticas que depositam ovos. A atividade das larvas da MSN na superfície do esterco seria um fator físico e a comunicação intraespecífica, reconhecida como um mecanismo de regulação populacional seria um fator químico de controle da mosca-doméstica (BRADLEY; SHEPPARD, 1984).

Em função da alta eficiência de conversão alimentar e alta taxa de reprodução, a MSN permite a bioconversão dos mais variados resíduos em biomassa de larva de insetos e compostos orgânicos. A bioconversão é uma prática que recupera resíduos ao mesmo tempo que limita a quantidade de material orgânico (RINDHE et al., 2019; LIU; WANG; YAO, 2019).

Como a MSN não se alimenta na fase adulta, elas consomem dietas com maior teor de gordura durante os estágios larvais. Assim, elas preferem os resíduos de cozinha, porque tem maior teor de gordura e calorias que outros tipos de resíduos (NGUYEN; TOMBERLIN; VANLAERHOVEN, 2015).

As larvas da MSN podem reduzir a produção da mosca-doméstica, *Musca domestica* L. em 94 – 100% e o acúmulo de esterco em 42 – 56%. Podendo ser um potencial aliado para solucionar problemas associados com a acumulação de esterco nas operações de alimentação de animais confinados (NEWTON et al., 2005; TOMBERLIN; SHEPPARD, 2002).

O resíduo obtido a partir da produção de MSN, comumente chamado de “frass”, é um subproduto com grande potencial na substituição de rações, constituído de resíduos da

alimentação, larvas mortas e a excreção das larvas; ao mesmo tempo que reduz os resíduos de esterco em 50% ou mais e elimina a reprodução de moscas-domésticas, também pode ser aplicado como fertilizante (BANAVAR et al., 2022; SHEPPARD et al., 1994)

A presença da MSN pode ser usada para resolver o problema de pragas, poluição da água e odores que são resultados do excesso de nutrientes no esterco produzido por animais confinados (TOMBERLIN; SHEPPARD, 2001). Além disso, os resíduos orgânicos, como dejetos de animais, resíduos residenciais, resíduos comerciais, gerados em grandes quantidades em países em desenvolvimento, podem causar poluição ambiental e se tornarem potenciais riscos à saúde se não forem gerenciados corretamente (LI et al., 2011).

Segundo Li et al. (2011), a MSN é o inseto mais rápido e eficiente na conversão dos nutrientes e energia dos resíduos orgânicos em biomassa. Em um experimento, foi tido como resultado que as larvas de MSN seriam capazes de digerir 15 kg/m² de restos de restaurante todos os dias, pelo menos. (LI et al., 2011). Também, as larvas podem se alimentar rapidamente, de 25 a 500 mg de resíduo por larva por dia (MAKKAR et al., 2014)

Segundo estudos de Diener et al. (2009), uma taxa diária de 100 mg de ração por larva resultou em uma degradação de matéria orgânica em um curto período de tempo e também em uma biomassa rica em nutrientes, com 48 mg de peso seco de pré-pupa em um tempo de desenvolvimento de 16,6 dias (DIENER; ZURBRÜGG; TOCKNER, 2009).

A FAO (2003) descreve que a produção de insetos pode oferecer oportunidades de empreendedorismo em diferentes tipos de economias, indo desde as já desenvolvidas para as em desenvolvimento. Além da possibilidade de que a coleta e criação de insetos ofereça estratégias que diversifiquem os meios de subsistência, podendo ser coletados na natureza, cultivados, processados e vendidos pelos membros mais vulneráveis da sociedade, como as mulheres e os trabalhadores sem-terra.

2.4.1 Legislação

Alimentos à base de insetos para a utilização na aquicultura são permitidos na Europa e tolerados em alguns estados dos EUA. No Canadá é permitida a utilização desse tipo de ração para frangos de corte (VAN HUIS; DICKE; VAN LOON, 2015). No Brasil e em muitos países ainda não existem leis que regulamentam a utilização de insetos para o consumo animal ou humano.

A Instrução Normativa N°110, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2020, que apresenta a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para uso na alimentação

animal, tem a farinha de larvas da MSN desidratada como proibida na utilização de animais ruminantes. A produção, comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal são proibidas no Brasil (IN N° 08 de 25 DE MARÇO DE 2004).

No entanto, existem projetos pontuais de empresas produtoras de insetos no Brasil, como a Alfafly, que tem como destino principal a alimentação de cachorros e gatos, que estão trabalhando atualmente para obterem registro no MAPA.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRAS

Foram analisadas 2 amostras constituídas de um mix da MSN em fase larval e pré-pupa doadas pela empresa Alfafly. A amostra A1 foi produzida e seca no mês de abril de 2023 (Figura 4A) e a amostra A2 foi produzida e seca entre os meses de julho e setembro de 2022 (Figura 4B). As amostras foram recebidas no Laboratório de Óleos e Gorduras em abril de 2023 e mantidas em freezer a -20 °C até o momento das análises.

Figura 4 – Amostra A1 (A) e A2 (B) da mosca soldado negro.



Fonte: Autora

3.2 PRODUÇÃO DAS LARVAS

De acordo com informações obtidas da empresa Alfafly, as larvas da MSN foram produzidas em sistemas de caixas (Figura 5), o processo de engorda durou de 15 a 20 dias, sob condições controladas de temperatura que variaram de 26-30 °C, com cerca de 70% de UR com ventilação e sistema de exaustão para troca de gases. No processo de engorda, elas foram

alimentadas com resíduos orgânicos (restos de supermercado e restaurantes). Após esse período, elas foram peneiradas para separá-las do substrato, branqueadas em água fervente durante 2 minutos e lavadas em água corrente até a água ficar límpida. Então as amostras foram desidratadas em estufa com fluxo de ar por 12 horas a 55-60 °C.

Figura 5 – Sistema de produção da mosca soldado negro em caixas.



Fonte: Empresa Alfafly

3.3 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA MSN

A composição nutricional da MSN foi determinada de acordo com a metodologia da AOAC (2005) em triplicata como segue: teor umidade 934.01. As amostras foram pesadas em balança analítica, secas em estufa a 100 °C e posteriormente pesadas para aferição da quantidade de peso perdida. Os resultados foram expressos como média±desvio padrão, em grama (g) de umidade/100g de amostra de MSN. Para a análise do teor de cinzas (942.05), as amostras foram incineradas em mufla à temperatura de 600 °C até serem obtidas cinzas de coloração branca. Com a diferença do peso inicial e do peso incinerado é possível encontrar o teor de cinzas. Os resultados foram expressos como média±desvio padrão, em grama (g) de cinzas/100g de amostra de MSN. A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl (954.01). O fator de 6,25 foi usado para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta, devido ao fato do conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas ser aproximadamente 16%. Nessa determinação, a amostra passa por processos de digestão com ácido sulfúrico, destilação e titulação com ácido clorídrico. Os resultados foram expressos como média±desvio padrão, em grama (g) de proteínas/100g de amostra de MSN. A determinação de lipídios totais foi realizada pelo método de Soxhlet, (920.39), usando éter de petróleo como solvente e havendo

posteriormente uma secagem em estufa e pesagem para se obter o teor de extrato etéreo. Os resultados foram expressos como média±desvio padrão, em grama (g) de lipídios/100g de amostra de MSN. Os carboidratos foram calculados pela diferença entre 100 e a soma dos valores de umidade, proteínas, cinzas, extrato etéreo e fibras (BRASIL, 2003). Segundo a fórmula:

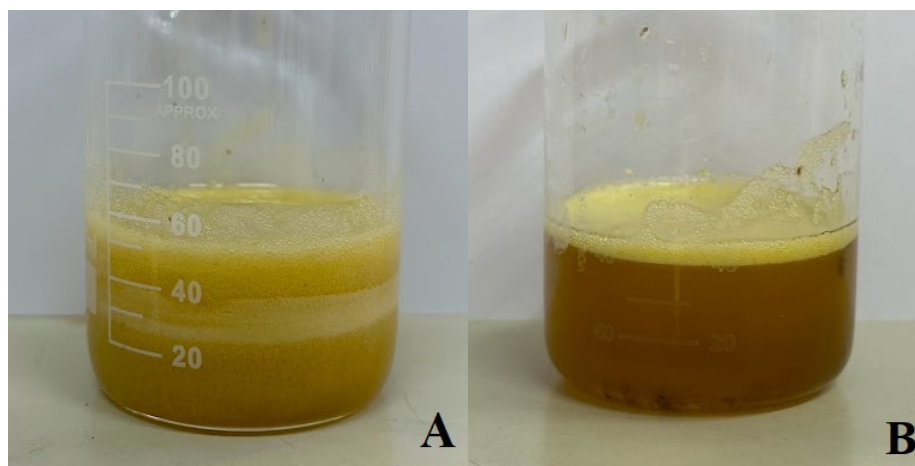
$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ gorduras})$$

Os resultados foram expressos como média±desvio padrão, em grama (g) de carboidratos/100g de amostra de MSN.

3.4 OBTENÇÃO DO ÓLEO DA MSN

O óleo das amostras A1 e A2 da MSN (Figura 6A e 6B) foi obtido através de extração a frio com a utilização de prensa hidráulica Tecnal Te-098 (Piracicaba, Brasil). Após a prensagem da biomassa o óleo foi centrifugado e armazenado em frasco de vidro âmbar inertizados com nitrogênio e mantidos a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises.

Figura 6 – Óleo obtido da amostra A1 (A) e A2 (B) após a prensagem.



Fonte: Autora

3.5 CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDADE DO ÓLEO DA MSN

3.5.1 Composição em ácidos graxos do óleo da MSN

A composição em ácidos graxos foi realizada segundo método Ce 1-62 descrito pela AOCS (2004). A preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme descrito por Hartman e Lago (1973).

Foi utilizado um cromatógrafo a gás GC-2010 (Shimadzu, Kyoto, Japão) equipado com um detector de ionização de chama (FID), injetor split/splitless, Agilent Coluna capilar HP-88 de 100 m × 0,25 mm × 0,2 μm (Santa Clara, CA, EUA). Para gases de arraste foram usados nitrogênio e hélio (99,99%). A temperatura da coluna foi mantida a 140 °C (5 minutos) e então aumentada para 240 °C (2,50 °C/min), sendo mantida por 15 minutos. A temperatura do injetor e do detector foi de 250 °C. Foi realizada a injeção (2 μL) usando uma proporção de divisão 1:20. Os ácidos graxos foram relatados como uma porcentagem da área total em comparação com uma mistura Supelco 37 Component FAME (CRM47885, TraceCERT®, Sigma-Aldrich). O resultado foi expresso como média ± desvio padrão.

3.5.2 Índice de iodo calculado e Índices nutricionais do óleo da MSN

O Índice de Iodo Calculado foi determinado pelo método Cd 1c-85 (AOCS, 2004) utilizando a equação:

$$\text{IIC} = (\% \text{ ácido palmitoleico} \times 0,998) + (\% \text{ ácido oleico} \times 0,8987) + (\% \text{ ácido linoleico} \times 1,81) + (\% \text{ ácido linolênico} \times 2,735) + (\% \text{ ácido gadoleico} \times 0,8175) + (\% \text{ ácido erúxico} \times 0,7498)$$

O Índice Lipídico Nutricional (ILN), o Índice de Aterogenicidade (IAT), o Índice de Trombogenicidade (IT), a Razão Hipocolesterolêmica/Hipercolesterolêmica (HH) e a Oxidabilidade Calculada (Cox) (CHEN; LIU, 2020), foram calculados a partir da composição em ácidos graxos dos óleos obtidos de acordo com as equações:

$$\text{ILN} = \frac{\text{C18:0} + \text{C18:1}}{\text{C16:0}}$$

$$\text{IA} = \frac{\text{C12:0} + (4 \times \text{C14:0}) + \text{C16:0}}{\Sigma \text{UFA}}$$

$$\text{IT} = \frac{\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}}{[(0,5 \times \text{MUFA}) + (0,5 + \Sigma n6) + (3 \times \Sigma n3) + (\Sigma n3 / \Sigma n6)]}$$

$$\text{H/H} = \frac{(\text{C18:1n9} + \Sigma \text{PUFA})}{(\text{C12:0} + \text{C14:0} + \text{C16:0})}$$

$$\text{Cox} = \frac{(1 \times \text{C18:1}) + (10,3 \times \text{C18:2}) + (21,6 \times \text{C18:3})}{100}$$

3.6 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO ÓLEO DA MSN

3.6.1 Índice de estabilidade oxidativa do óleo da MSN

A determinação da estabilidade oxidativa foi realizada de acordo como o método Cd 12b-92 (AOCS, 2004), no qual produtos de oxidação secundária altamente voláteis são transferidos para o recipiente de medição com o fluxo de ar onde são absorvidos na solução de medição. A formação de produtos de oxidação secundária leva a um aumento da condutividade. O tempo até à ocorrência deste aumento acentuado da condutividade é chamado de tempo de indução, que indica a estabilidade do óleo à oxidação.

Utilizando-se aproximadamente 2,5 g de óleo de MSN no equipamento Rancimat, com uma temperatura de 110 °C e um fluxo de gás de 20 L/h. O resultado foi expresso como média±desvio padrão, em horas (h).

3.6.2 Índice de acidez

Os índices de qualidade foram realizados de acordo com a metodologia oficial da AOCS (2004) como segue: índice de acidez (Cd 3d-63) que determina o número de miligramas de hidróxido de potássio necessários para neutralizar os ácidos livres em 1 grama de amostra. Para a análise, foram pesados aproximadamente 2,5 g da amostra de óleo da MSN em frasco Erlenmeyer de 250 mL, posteriormente dissolvidos em 30 mL de solução de álcool isopropílico e tolueno (1:1, v/v). com 2 gotas de fenolftaleína a 1%. Finalmente, a titulação foi realizada com solução padronizada de peróxido de sódio 0,1 mol/L até o aparecimento de coloração rósea por 30 segundos. Foi utilizada a Equação para calcular o índice de acidez, expressos como média±desvio padrão, em mgKOH/g de amostra:

$$IA = \frac{(A - B) \times N \times 56,1}{ma}$$

Na qual IA é o Índice de Acidez, A é o volume de KOH usado na titulação (mL), B é o volume de KOH usado na titulação do branco (mL), N é a concentração da solução de KOH (mmol/mL) e ma é a massa da amostra.

Para o resultado expresso como % de ácidos graxos livres o valor da acidez foi dividido por 2,81 e o resultado é expresso como % de acidez em ácido láurico.

3.6.3 Índice de peróxidos

O Índice de Peróxidos (Cd 8-53) determina todas as substâncias em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 gramas de amostra, que oxidam o iodeto de potássio (KI) nas condições do teste. As substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares da oxidação de gorduras.

Foram pesados aproximadamente 5 g de amostra em um Erlenmeyer de 250 mL, 30 mL de ácido acético: clorofórmio (3:2, v:v) foram adicionados e a mistura foi agitada até a dissolução. Logo depois, foi adicionado 0,5 mL de solução saturada de KI e deixada em repouso ao abrigo de luz por 1 minuto. Então, foram adicionados 30 mL de água destilada e a solução foi titulada com tiosulfato de sódio 0,1 N (fator de correção=1,0359) até o desaparecimento da coloração amarela. Então foi adicionado 0,5 mL de solução indicadora de amido, e a titulação foi continuada até a solução se tornar branca. Também foi feita uma determinação do branco, com todos os procedimentos com a exceção da adição da amostra. A Equação foi utilizada para calcular Índice de Peróxidos, expressos como média±desvio padrão, em mEq O₂ kg⁻¹ de óleo:

$$IP = \frac{(S - B) \times N \times 1000}{ma}$$

Na qual IP é o Índice de Peróxidos (mEq O₂ kg⁻¹ de óleo); S é o volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra (mL); B é o volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação do branco (mL); N é a concentração da solução padronizada de tiosulfato de sódio (mol/L) e ma é a massa da amostra (kg).

3.6.4 Valor de ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

A determinação do valor de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) (Cd 19-90) é definida como o aumento da absorvância medida a 530 nm devido à reação do equivalente a 1 mg de amostra por 1 ml de volume com ácido 2-tiobarbitúrico. Produtos de oxidação secundária de óleos e gorduras reagem com ácido 2-tiobarbitúrico formando produtos de condensação cuja absorvância é medida em 530 nm, o comprimento de onda de um de seus máximos de absorção. Este método permite a determinação direta do valor de ácido 2-tiobarbitúrico (valor TBA) em óleos e gorduras sem isolamento preliminar de produtos de oxidação secundária.

Foram pesados aproximadamente 0,2 g de amostra em um balão volumétrico de 25 mL e diluídos com 1-butanol até completar o volume. Foram transferidos 5 mL dessa solução para tubos de ensaio e adicionados 5 mL de solução reagente de ácido tiobarbitúrico (preparado dissolvendo-se 0,2 g de 2-tiobarbiturico em 100 mL de 1-butanol). Foi deixado em banho maria por 120 minutos. E então a leitura da absorvância foi feita no comprimento de onda de 530 nm, usando-se água destilada como referência. Para o branco, foram usados 5 mL da solução reagente de ácido tiobarbitúrico e 5 mL de 1-butanol.

A Equação foi utilizada para calcular o Valor de ácido 2-tiobarbitúrico, expressos como média±desvio padrão:

$$TBA = \frac{50 \times (A - B)}{m}$$

No qual A é a absorvância da solução teste, B é a absorvância do reagente branco e m é a massa da amostra (mg). O resultado foi expresso como média±desvio padrão.

3.6.5 Índice de extinção específica (dienos e trienos conjugados)

Para a determinação do índice de extinção específica (Ch 5-91), a amostra é diluída no solvente e a extinção da solução é determinada nos comprimentos de onda de 232 e 270 nm para dienos e trienos conjugados, respectivamente. A absorvância é expressa em extinções específicas, onde a extinção de 1% da solução do óleo no solvente, numa espessura de 1 cm), convencionalmente indicado por K.

A absorção nos comprimentos específicos de onda nesse método é devido à presença de dienos (232 nm) e trienos (270 nm) conjugados.

Para a análise de dienos da amostra A1 foram pesados 0,25 g de óleo em um balão volumétrico de 25 mL e diluídos com isoctano até completar o volume. E então, foi realizada a leitura da absorvância no comprimento de onda de 232 nm, usando-se o isoctano como referência. Como a absorvância lida foi maior do que 0,1 – 0,8 especificada no método, foi realizada uma diluição dessas amostras, para a amostra A1, 1,25 mL da solução foram diluídos novamente em 25 mL de isoctano, resultando em uma concentração de 0,0005 g/mL. Para a amostra A2, 0,5 mL da solução foram diluídos novamente em 25 mL de isoctano, resultando em uma concentração de 0,0002 g/mL.

Para a análise de trienos foram pesados 0,25 g de óleo em um balão volumétrico de 25 mL e diluídos com isoctano até completar o volume. E então, foi realizada a leitura da

absorbância no comprimento de onda de 270 nm, usando-se o isoctano como referência, resultando em uma concentração de 0,01 g/mL.

A seguinte Equação foi utilizada para o Índice de extinção específica e o resultado foi expresso como média±desvio padrão:

$$K = \frac{A}{c \times l}$$

No qual K é o índice de extinção específica no comprimento de onda especificado, A é a absorbância medida, c é a concentração da solução de g/100mL e l é largura da cubeta em cm.

3.6.6 Índice de saponificação

O índice de saponificação (Cd 3-25) é descrito como a quantidade de base necessária para saponificar determinada quantidade de amostra. É expresso como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para saponificar 1 grama de amostra.

Foram pesados aproximadamente 5 g de amostra em um Erlenmeyer de 250 mL com boca esmerilhada, 50 mL de solução alcoólica de hidróxido de potássio 4% foram adicionados, e foi realizado um aquecimento brando de 1 h com refluxo. Após a solução ter resfriado um pouco, foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína e foi realizada a titulação com ácido clorídrico 0,5 N até o desaparecimento da coloração rósea. O branco foi feito simultaneamente a amostra com todos os reagentes adicionados com exceção da amostra.

A Equação foi utilizada para calcular Índice de Saponificação, expressos como média±desvio padrão, em mKOH/g de óleo:

$$IS = \frac{(B - S) \times (N)}{W} \times 56,1$$

Na qual IS é o Índice de Saponificação, B é o volume de HCl gasto na titulação do branco (mL), S é o volume de HCl gasto na titulação da amostra (mL), N é a normalidade da solução de HCl e w é a massa da amostra (g).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA MSN

Na Tabela 3 é mostrada a composição nutricional da amostra A1 da MSN e de outros insetos estudados. Os valores de comparação estão expressos em base seca. A composição nutricional foi determinada somente na para a amostra A1 em função de ser a amostra recém produzida, para garantir um resultado que refletisse melhor as características nutricionais desta matéria-prima.

Segundo os resultados obtidos os teores de proteína da MSN foram inferiores aos de outras espécies de insetos. No entanto, o teor de lipídios foi maior e a concentração encontrada neste estudo (54,11 g/100g) bem superior ao relatado para a MSN que é de 28,38 a 38,36 g/100g.

Tabela 3 – Comparação da composição nutricional da mosca soldado negro com outros insetos em base seca. Adaptado de Makkar et al. (2014)

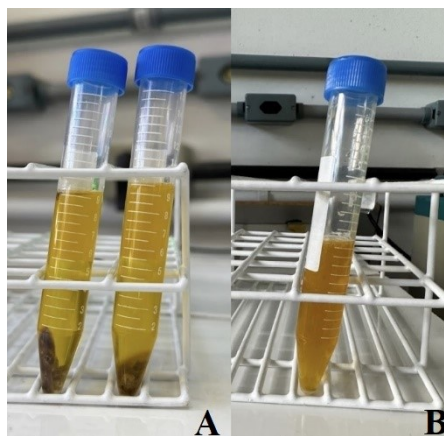
Componente (g/100g)	A1	MSN na Literatura	Farinha de larva de mosca doméstica	Ração de pupa de mosca doméstica	Larvas de <i>Tenebrio molitor</i>	Grilo doméstico
Proteína	30,93±0,19	33 – 47,46	50.4	70.8	52.8	63.3
Lipídios	54,11±0,21	28,38 – 38,36	18.9	15.5	36.1	17.3
Cinzas	4,23±0,10	5,3 – 10,1	10.1	7.7	3.1	5.6

Quanto às cinzas, o valor obtido (4,23 g/100g±0,10) foi comparável com os das outras matérias-primas. O teor de cinzas na dieta animal é um fator que precisa de atenção, pois pode causar alterações adversas. A MSN apresentou baixo teor de carboidratos (10,72 g/100g) e como o teor de fibras não foi determinado, uma parte desse valor é atribuída a esse componente no grupo dos carboidratos.

4.2 RENDIMENTO

O rendimento para a extração do óleo nas duas amostras estudadas (Figura 7A e 7B) foi de 15,26%±0,64 e de 7,56%±0,13 para as amostras A1 e A2, respectivamente.

Figura 7 – Óleo das amostras A1 (A) e A2 (B) pós-centrifugação.



Fonte: Autora

As diferenças de rendimento entre as amostras se devem provavelmente ao conteúdo de umidade superior da amostra A2 em relação à amostra A1. O teor de umidade mais elevado da amostra A2 pode ter ocorrido em função das condições e tempo de armazenamento, que se não feito da maneira correta, com controle da umidade relativa do ar, pode modificar os níveis de umidade da matéria-prima, causando uma alteração no teor de óleo (ZANQUI et al., 2020). Um outro fator que também pode ter afetado o rendimento, foi a etapa posterior de centrifugação do óleo, realizada nas duas amostras, para retirada da parte sólida aderida. Nessa fase, uma quantidade do óleo ficou retida no componente sólido removido.

Os baixos rendimentos também estão relacionados com o método de extração. A prensagem a frio, apesar de não degradar os compostos bioativos, apresenta um rendimento baixo. Rendimentos de 44,38–59,54% foram relatados para extração com prensagem hidráulica de óleo de castanha-do-pará (ZANQUI et al., 2020). Para o óleo de pinhão-manso, foi obtido um rendimento de 19,59% (ZAMBRANO et al., 2015), para farelo de arroz, 14,27% (JUNYUSEN et al., 2022), e para a gordura de coco, 20,75% (AYTAÇ, 2022).

4.3 CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDADE DO ÓLEO DA MSN

4.3.1 Composição em ácidos graxos do óleo da MSN

Na Tabela 4 pode ser observada a composição em ácidos graxos do óleo de MSN nas amostras estudadas. Os principais ácidos graxos no óleo da MSN foram os ácidos graxos saturados (71,63% e 65,69% para as amostras A1 e A2, respectivamente). Os ácidos láurico (C12:0) e palmítico (C16:0) foram os principais ácidos graxos saturados determinados nas amostras (48,06 e 40,08%; e 14,32 e 12,84%). Estes teores de ácido láurico indicam que o óleo da MSN

pode ser classificado como uma gordura láurica, como as gorduras de coco, palmiste e babaçu que apresentam porcentagens semelhantes deste ácido graxo (entre 40 e 45%) (Codex Alimentarius, 1999). A amostra A2 apresentou maior concentração de ácido oleico (15,95%) e o ácido linoleico foi comparável entre as duas amostras.

Tabela 4 – Perfil em ácidos graxos de óleos das amostras de óleo da mosca soldado negro.

Ácidos graxos	A1	A2
Cáprico (C10:0)	2,49 ± 0,28	1,45 ± 0,00
Láurico (C12:0)	48,06 ± 2,53	40,08 ± 1,49
Mirístico (C14:0)	6,22 ± 0,19	7,05 ± 0,16
Palmítico (C16:0)	12,84 ± 1,14	14,32 ± 0,66
Esteárico (C18:0)	1,55 ± 0,14	1,16 ± 1,41
Heneicosanoico (C21:0)	0,47 ± 0,03	1,63 ± 0,24
SFA	71,63	65,69
Miristoleico (C14:1)	-	0,26 ± 0,20
Palmitoleico (C16:1)	2,52 ± 0,09	3,20 ± 0,24
cis-10 heptadecanóico (C17:1)	0,23 ± 0,01	-
Oleico (C18:1n9c)	11,29 ± 0,84	15,95 ± 1,97
MFA	14,04	19,41
Linoleico (C18:2n6c)	13,09 ± 0,47	13,47 ± 0,12
Linolênico (C18:3n6c)	0,97 ± 0,02	0,42 ± 0,50
PUFA	14,06	13,89
Outros	0,26 ± 0,01	1,01 ± 0,71

SFA: ácidos graxos saturados; MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos poli-insaturados; A1: óleo da amostra produzida/seca no mês de abril de 2023; A2: óleo da amostra produzida/seca entre os meses de julho e setembro de 2022.

4.3.2 Índice de iodo calculado, Índice de Saponificação e Índices nutricionais do óleo da MSN

Na Tabela 5 é possível observar as características de identidade do óleo obtido da mosca soldado negro.

O índice de iodo calculado (IIC) foi menor para a amostra A1 (39,01) e maior para a amostra A2 (43,06). Este resultado era esperado em função da maior quantidade de UFAs presentes na amostra A2. O IIC é uma medida do grau relativo de insaturação dos óleos, quanto maior o valor de iodo, maior a insaturação e maior a susceptibilidade à oxidação. Segundo o Codex Alimentarius, o Índice de Iodo Calculado para o óleo de babaçu fica entre 10-18; entre 6,3-10,6 para o óleo de coco; e 14,1-21 para o óleo de palmiste. Para o óleo de girassol, que é rico em ácidos graxos insaturados como o ácido linoleico, o IIC fica entre 118-141.

Tabela 5 – Características de identidade do óleo obtido da mosca soldado negro.

Características de identidade	A1	A2
IIC	39,01	43,06
IS (mgKOH/g)	224,86±0,05	222,74±1,16
ILN	1	1,19
IAT	3,05	2,48
IT	1,44	1,33
H/H	1,34	1,42
Cox	1,67	1,64

IIC: Índice de iodo calculado; IS: Índice de saponificação; ILN: Índice Lipídico Nutricional; IAT: Índice de Aterogenicidade; IT: Índice de Trombogenicidade; H/H: Razão Hipocolesterolêmica/Hipercolesterolêmica; Cox: Oxidabilidade Calculada; A1: amostra produzida/seca no mês de abril de 2023; A2: amostra produzida/seca entre os meses de julho e setembro de 2022.

Para o óleo das amostras de MSN, foram obtidos valores semelhantes de índice de saponificação (IS). Este resultado era esperado porque está relacionado com a composição em ácidos graxos das amostras. O valor de saponificação de um óleo é correlacionado com a massa molecular média de todos os ácidos graxos presentes nele. Os ácidos graxos de cadeia longa encontrados nos óleos têm um baixo valor de saponificação porque possuem um número relativamente menor de grupos funcionais carboxílicos por massa de gordura em comparação com os ácidos graxos de cadeia curta (PERERA; HEWAVITHARANA; NAVARATNE, 2020).

O IS está relacionado com a massa molecular média dos óleos, e está inversamente relacionado com o comprimento da cadeia dos ácidos graxos. Isso significa que quanto maior o IS, menor o comprimento médio da cadeia de ácidos graxos (PERERA; HEWAVITHARANA; NAVARATNE, 2020). Dessa forma, valores pequenos de saponificação indicam a presença de ácidos graxos de cadeia longa, enquanto um valor de saponificação alto indica a presença de cadeias curtas. Assim o Índice de Saponificação é um método fácil para se avaliar o comprimento da cadeia de ácidos graxos de óleos específicos (IVANOVA et al., 2022)

Ácidos láuricos, com maior porcentagem de ligações éster do que os óleos de cadeia mais longa, tem um Índice de Saponificação mais alto, e possuem maior capacidade de espuma, como os óleos de palmiste, coco e babaçu. O Índice de Saponificação, segundo o Codex Alimentarius, para gorduras láuricas como o óleo de babaçu fica entre 245 – 256, para o óleo de coco, 248 – 265, e para o óleo de palmiste é entre 230 – 254.

O ILN é um índice usado para avaliar o impacto da dieta na saúde cardiovascular (POLMANN et al., 2023). Para o ILN, as amostras A1 e A2 apresentaram valores de 1 e 1,19, respectivamente. É sabido que quanto maior esse valor, melhor é o efeito do seu consumo, assim, comparando com o óleo obtido de peixe cru e os lipídios nos músculos do peito de ganso, ambos tendo com o ácido oleico como ácido graxo majoritário, temos valores de 1,23 e 1,88 – 2,0, respectivamente (WOŁOSZYN et al., 2020; ZULA; DESTA, 2021). Dessa forma, o resultado obtido da MSN é comparável. É observado também, que a amostra A2 apresentou maior valor, devido a sua maior composição de ácido oleico.

O IAT caracteriza o potencial aterogênico dos ácidos graxos, indica a relação entre a soma dos UFAs e dos SFAs, que incluem C12:0, C14:0 e C16:0, considerados pró-aterogênicos, ou seja, favorecem a adesão de lipídios às células dos sistemas circulatório e imunológico. Os UFAs são antiaterogênicos, reduzindo os níveis de fosfolipídios, colesterol e ácidos graxos esterificados. Assim, baixos níveis de IAT no alimento ajudam a reduzir o colesterol total e LDL (CHEN; LIU, 2020). Os IATs obtidos das amostras de MSN ficaram entre 2,48 – 3,05, em comparação ao óleo de buriti (PEREIRA et al., 2020), rico em ácido oleico, no qual foi obtido 0,24, o óleo da MSN apresenta um número bem mais elevado, tendo a possibilidade de não trazer tantos benefícios se for consumido. O maior valor para a amostra A1 se dá pelo maior valor de ácido láurico (48,06%) contido nela e pelo maior valor de UFAs contidos na amostra A2 (33,3%).

O IT caracteriza o potencial trombogênico dos ácidos graxos, ou seja, a tendência a formar coágulos nos vasos sanguíneos, é a relação de AG pró-trombogênicos (C12:0, C14:0 e C16:0) e AG antitrombogênicos (MUFA e família n3 e n6) (CHEN; LIU, 2020). Quanto menor o IT, melhor os benefícios, assim, a MSN apresentou valores de 1,33 – 1,44, comparado com o buriti (0,48) (PEREIRA et al., 2020), são teores mais elevados, mas ainda assim não descartando o potencial de prevenção de doenças coronárias. Assim como no IA, o maior valor para a amostra A1 é devido a sua composição em ácido láurico e UFAs.

O H/H (razão hipocolesterolêmica/hipercolesterolêmica) é usado para avaliar o efeito da composição dos AGs no colesterol. Caracterizando a relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos (C18:1n9c e PUFA) e ácidos graxos hipercolesterolêmicos (C12:0, C14:0

e C16:0). Um valor maior contribui para a diminuição da incidência de doenças cardíacas coronárias (CHEN; LIU, 2020). O óleo da MSN apresentou valores de 1,34 – 1,42, o óleo de buriti apresentou 4,01 (PEREIRA et al., 2020), um valor mais alto, sendo nutricionalmente mais recomendado que a MSN.

O valor de Cox tem relação direta à composição de UFAs, ou seja, quanto maior o valor, mais UFAs estão na composição do óleo, fazendo com que ele possa se oxidar mais rapidamente (POLMANN et al., 2023). O valor para a MSN fica entre 1,64 – 1,67, comparando com a castanha do gurguéia, com valores entre 2,22 – 2,42, significa que o óleo da MSN possui menores valores de UFAs, com menor tendência a se oxidar.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO ÓLEO DA MSN

O período de indução determinado para os óleos obtidos das amostras A1 e A2 podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 – Características de qualidade do óleo obtido da mosca soldado negro.

Características de qualidade	A1	A2
OSI (h)	27,85±0,12	11,42±0,14
Índice de acidez (mgKOH/g)	0,44±0,00	1,19±0,13
Índice de acidez em ácido láurico (%)	0,16±0,00	0,42±0,04
Índice de peróxidos (mEq O ₂ /kg)	1,99±0,00	11,31±1,17
TBARS	0,07±0,00	0,06±0,00
Dienos (232nm)	10,06±0,39	24,67±0,69
Trienos (270 nm)	0,04±0,00	0,06±0,00

OSI: Índice de estabilidade oxidativa (Oxidative Stability Index); IA: Índice de acidez; IP: Índice de peróxidos; TBARS: valor de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico; IS: Índice de saponificação.

Os resultados indicaram estabilidade oxidativa elevada para as amostras A1 e A2 (27,85 e 11,42 horas, respectivamente). A alta estabilidade oxidativa do óleo da MSN está relacionada com o seu elevado teor de ácidos graxos saturados, que apresentam maior estabilidade oxidativa que os ácidos graxos insaturados. A diferença entre as amostras pode ser explicada pelo estado oxidativo da amostra A2, que em função de ser uma amostra armazenada por mais de 6 meses apresentou índices de qualidade alterados como o elevado índice de peróxidos.

Todos os óleos e gorduras possuem uma resistência à oxidação que depende do grau de saturação, antioxidantes naturais ou adicionados, e condições prévias. A oxidação é lenta até que essa resistência seja superada, ponto em que a oxidação se acelera e se torna muito rápida.

O período de tempo antes dessa rápida aceleração é a medida da resistência à oxidação e é comumente referido como o período de indução.

Períodos de indução elevados são reportados para gorduras láuricas. Ramezan et al. (2015) obteve um período de indução para a gordura de coco (em 110 °C com fluxo de 18 – 20 L/h) de 30 h. Melo et al. (2019) obteve um período de indução de 33,69 h para óleo de babaçu. Para período de indução do óleo de larvas de *Tenebrio molitor*, que tem o ácido oleico como principal ácido graxo, foi reportado um período de indução de 10,56 h (JEON et al., 2016).

A determinação do período de indução de um óleo é importante para determinar a sua estabilidade frente aos processos de oxidação (MELO et al., 2019). A estabilidade à oxidação está relacionada a composição e ao estado oxidativo de uma determinada matéria-prima e define uma maior ou menor vida de prateleira em função destes dois aspectos.

Na Tabela 6, também consta os valores de Índice de Acidez, foi observado para a amostra A1 um índice de acidez (IA) (expresso como ácido láurico) menor (0,44 mg KOH/g) em relação à amostra A2 (1,19 mgKOH/g). Estes resultados eram esperados em função da amostra A1 ter sido recentemente obtida. O IA de um óleo indica a quantidade de ácidos graxos livres na amostra que tende a aumentar com o tempo de armazenagem, especialmente em amostras expostas a temperaturas e umidade elevadas.

O Índice de Acidez é um parâmetro importante para avaliar o estado de conservação de um óleo. Quando o valor de acidez está muito alto, pode indicar uma menor qualidade do óleo. Esse índice aumenta com a idade do óleo, já que os triglicerídeos se decompõem em ácidos graxos e glicerol com o tempo. A formação de ácidos graxos livres é dada pela rancidez hidrolítica, que é a hidrólise de um éster por lipase ou pela presença de umidade e temperaturas elevadas (Rohman et al., 2011). No caso do óleo de MSN, que é rico em ácido láurico, um índice de acidez elevado pode indicar rancidez hidrolítica na amostra, causada por um excesso de ácidos graxos de cadeia curta no meio.

De acordo com o Codex Alimentarius (2021) o valor máximo de acidez para óleos e gorduras não refinados é de 4,0 mg KOH/g. Os teores de acidez das duas amostras ficaram bem abaixo do limite máximo, indicando qualidade adequada do óleo, já que os ácidos graxos livres são responsáveis pela presença de aroma e sabor indesejável.

É observado na Tabela 6, que o óleo da amostra A1 apresentou um baixo valor de peróxidos de 1,99 mEq/kg, e a amostra A2 de 11,31 mEq/Kg. Estes resultados estão de acordo com o esperado, já que a amostra A1 foi obtida de amostras recém-produzidas e recém extraídas. Por outro lado, a amostra A2 foi obtida a mais tempo e, portanto, sua qualidade oxidativa não é elevada.

O Índice de Peróxidos é um dos parâmetros mais comuns para avaliar a qualidade oxidativa de gorduras e óleos. Indica a presença de peróxidos ou hidroperóxidos, que se formam quando ácidos graxos insaturados reagem com o oxigênio. A degradação destes compostos pode levar a formação de produtos voláteis como aldeídos, álcoois e cetonas que são voláteis e responsáveis pela rancidez oxidativa. (AYDINKAPTAN; MAZI; BARUTÇU MAZI, 2017). Óleos e gorduras com um índice de peróxido entre 1 – 5 mEq/kg são classificados como em estado de oxidação, entre 5 – 10 mEq/kg em oxidação moderada e acima de 10 mEq/kg é classificado como alto estado de oxidação (MOIGRADEAN; POIANA; GOGOASA, 2012). De acordo com o Codex Alimentarius (2021), o valor máximo de peróxidos para gorduras prensadas a frio é de 15 mEq/kg de gordura.

As amostras de óleo da MSN apresentaram teores de TBARS de 0,06 (A1) e 0,07 (A2), indicando que não possuem altos níveis de produtos de oxidação secundária.

Como já dito anteriormente, os MUFAs e PUFAs são primeiramente oxidados para formação de hidroperóxidos. Esses compostos são então decompostos para formar produtos de oxidação secundária, que são principalmente aldeídos, responsáveis pelo cheiro e sabor de ranço, os mais comuns são o malonaldeído (MA) e malondialdeído (MDA) (MOIGRADEAN; POIANA; GOGOASA, 2012; POYATO et al., 2014)

O teste de TBARS mede o valor de compostos de oxidação secundária que reagem com o ácido 2-tiobarbitúrico. Esse teste apresenta algumas limitações, como: é quase inútil em óleos e gorduras tratados termicamente, esse teste só é confiável quando aplicado para determinação em alimentos não processados, mostra valores subestimados em lipídios altamente monoinsaturados (POYATO et al., 2014)

Mas para as amostras de óleo de MSN, a preocupação com essas limitações não se faz presente, já que o óleo de MSN não apresenta nenhuma das características limitantes do teste. Na literatura, é mais encontrado valores de TBARS quando analisado o comportamento de óleos durante aquecimento, para análise de estabilidade, durante estocagem ou quando são adicionados compostos antioxidantes para observar a evolução do seu desempenho.

O índice de extinção específica pode fornecer informações sobre a qualidade do óleo, seu estado de conservação e as alterações nele provocadas pelo processamento (AOCS, 2004). Com a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados e a formação dos hidroperóxidos, pode haver uma migração da dupla ligação, que gera dienos e trienos conjugados.

A formação de peróxidos acontece em conjunto com a conjugação de ligações duplas em ácidos graxos poli-insaturados, que podem ser medidos em comprimentos de onda específicos, em 232 nm e 270 nm no espectro UV. Durante os estágios iniciais da oxidação, o

aumento da absorção no UV devido à formação de dienos e trienos conjugados é proporcional à absorção de oxigênio e a formação de peróxidos. Assim, o conteúdo de dienos e trienos conjugados pode servir como uma medida relativa de oxidação. (ROHMAN et al., 2011)

Nos estágios posteriores da oxidação, os dienos conjugados são decompostos em produtos de oxidação secundária. Entretanto, é dito que para a avaliação de compostos de oxidação primária, o Índice de Peróxidos é um teste mais confiável. O valor de K270 é um indicativo de compostos de oxidação secundária, como aldeídos, álcoois, cetonas, ácidos, dímeros, polímeros e compostos cíclicos (AYDINKAPTAN; MAZI; BARUTÇU MAZI, 2017)

A extinção específica na faixa de 232 nm (dienes conjugados) para o óleo da A1 é maior quando comparado com o óleo de A2. No entanto, na leitura a 270 nm (K270, trienos conjugados), os resultados entre as duas amostras foram similares.

5 CONCLUSÕES

A biomassa da MSN é uma fonte rica de lipídios e proteínas e depois de desengordurada possui potencial para diferentes aplicações. Pode ser utilizada em rações para animais monogástricos, produção de biodiesel, na alimentação humana e na indústria de cosméticos.

Em função do alto teor de ácidos graxos saturados, principalmente ácido láurico (48,06%), o óleo extraído da biomassa da MSN é bastante estável às reações de oxidação e pode ser classificado também como gordura láurica. Por outro lado, o seu alto teor de ácidos graxos saturados de cadeia curta pode levar a rancidez hidrolítica. Em função do seu elevado teor em ácidos graxos saturados, o seu consumo deve ser realizado com moderação, não devendo substituir outros óleos da dieta. As alterações no óleo da MSN podem ser retardadas através da armazenagem em embalagens apropriadas, em temperatura de refrigeração e em locais secos ao abrigo da luz, mantendo a qualidade por períodos maiores.

Esse trabalho representa um estudo exploratório acerca das características da biomassa e do óleo obtido a partir a MSN. Desta forma mais estudos são necessários para a sua caracterização completa e aplicação nos mais diversos tipos de indústria.

REFERÊNCIAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Washington: AOAC, 2005.
- AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist' Society**, 5^a ed. AOCS, Champaign, 2004.
- AYDINKAPTAN, E.; MAZI, B. G.; BARUTÇU MAZI, I. Microwave Heating of Sunflower Oil at Frying Temperatures: Effect of Power Levels on Physicochemical Properties. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, n. 2, 1 abr. 2017.
- AYTAÇ, E. Comparison of extraction methods of virgin coconut oil: cold press, soxhlet and supercritical fluid extraction. **Separation Science and Technology (Philadelphia)**, v. 57, n. 3, p. 426–432, 2022.
- BANAVAR, A. et al. Nutritional Evaluation of Black Soldier Fly Frass as an Ingredient in Florida Pompano (*Trachinotus carolinus L.*) Diets. **Animals**, v. 12, n. 18, 1 set. 2022.
- BARRAGAN-FONSECA, K. B.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens L.*) and its suitability as animal feed - a review. **Journal of Insects as Food and Feed**. Wageningen Academic Publishers, 2017.
- BENZERTIHA, A. et al. Insect fat in animal nutrition - A review. **Annals of Animal Science**. Sciendo, 1 out. 2020.
- BRADLEY, S. J.; SHEPPARD, D. House fly oviposition inhibition by larvae of *Hermetia illucens*, the black soldier fly. **Journal of Chemical Ecology** v. 10, n. 6, p. 853–859, 1 jun. 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. Instrução Normativa Mapa nº 08, de 25 de março de 2004. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. Instrução Normativa Mapa nº 110, de 24 de novembro de 2020. Publica a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para uso na alimentação animal.
- CARUSO, D. et al. **Technical handbook of domestication and production of Diptera Black Soldier Fly (BSF), *Hermetia illucens*, Stratiomyidae**, IPB Press, Bogor, Indonesia, 2014.
- CHEN, J.; LIU, H. Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review. **International Journal of Molecular Sciences**. MDPI AG, 2 ago. 2020.
- CHIA, S. Y. **Black soldier fly larvae as a sustainable animal feed ingredient in Kenya**. Wageningen University, 2019.
- DANIELI, P. P. et al. The effects of diet formulation on the yield, proximate composition, and fatty acid profile of the black soldier fly (*Hermetia illucens l.*) prepupae intended for animal feed. **Animals**, v. 9, n. 4, 1 abr. 2019.
- DIENER, S.; ZURBRÜGG, C.; TOCKNER, K. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. **Waste Management and Research**, v. 27, n. 6, p. 603–610, 2009.
- DORTMANS, B. M. A. et al. **Black Soldier Fly Biowaste Processing-A Step-by-Step Guide, 2 nd Edition**. [s.l.: 2021.
- FAO. **The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment. Why insects?** (2013). Disponível em: www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/.
- FAO. **Looking at edible insects from a food safety perspective**. FAO, Rome, Italy, 2021.

- HAHN, T. et al. Purification of Chitin from Pupal Exuviae of the Black Soldier Fly. **Waste and Biomass Valorization**, v. 13, n. 4, p. 1993–2008, 1 abr. 2022.
- HALL, R. D.; GERHARDT, R. R. Flies (Diptera). Academic Press. **Medical and veterinary entomology**. San Diego. pp. 127- 161
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, n.8, p.475-476, 1973.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.
- IVANOVA, M. et al. Saponification Value of Fats and Oils as Determined from 1H-NMR Data: The Case of Dairy Fats. **Foods**, v. 11, n. 10, 1 maio 2022.
- JAYANEGARA, A. et al. Derivatization of chitin and chitosan from black soldier fly (*Hermetia illucens*) and their use as feed additives: An in vitro study. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 8, n. 5, p. 472–477, 2020.
- JEON, Y. H. et al. Physicochemical properties and oxidative stabilities of mealworm (*Tenebrio molitor*) oils under different roasting conditions. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 1, p. 105–110, 1 fev. 2016.
- JUNYUSEN, T. et al. Effects of Extraction Processes on the Oxidative Stability, Bioactive Phytochemicals, and Antioxidant Activity of Crude Rice Bran Oil. **Foods**, v. 11, n. 8, 1 abr. 2022.
- KHAYROVA, A.; LOPATIN, S.; VARLAMOV, V. Black Soldier Fly *Hermetia illucens* as a Novel Source of Chitin and Chitosan. **International Journal of Sciences**, v. 8, n. 04, p. 81–86, 2019.
- KIEROŃCZYK, B. et al. Effects of replacing soybean oil with selected insect fats on broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 240, p. 170–183, 1 jun. 2018.
- LI, Q. et al. From organic waste to biodiesel: Black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible. **Fuel**, v. 90, n. 4, p. 1545–1548, abr. 2011.
- LI QING et al. Insect Fat a Promising Resource for Biodiesel. **Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology**, v. s2, n. 01, 2011.
- LIU, C.; WANG, C.; YAO, H. Comprehensive resource utilization of waste using the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.). **Animals**. MDPI AG, 2019.
- MAKKAR, H. P. S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**. Elsevier B.V., 1 nov. 2014.
- MATTHÄUS, B. et al. Renewable Resources from Insects: Exploitation, Properties, and Refining of Fat Obtained by Cold-Pressing from *Hermetia illucens* (Black Soldier Fly) Larvae. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 121, n. 7, 1 jul. 2019.
- MELO, E. et al. First study on the oxidative stability and elemental analysis of babassu (*Attalea speciosa*) edible oil produced in Brazil using a domestic extraction machine. **Molecules**, v. 24, n. 23, 21 nov. 2019.
- MOIGRADEAN, D.; POIANA, M.-A.; GOGOASA, I. Quality characteristics and oxidative stability of coconut oil during storage. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 18, n. 4, p. 272–276, 2012.
- NEWTON, L. et al. **Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure**. Raleigh, North Carolina State University, 2005.
- NGUYEN, T. T. X.; TOMBERLIN, J. K.; VANLAERHOVEN, S. Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. **Environmental Entomology**, v. 44, n. 2, p. 406–410, 1 abr. 2015.
- OONINCX, D. G. A. B. et al. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. **PLoS ONE**, v. 10, n. 12, 1 dez. 2015.

PEREIRA, F. T. et al. Buriti oil: Nutritional quality index and antioxidant and antidiabetic effect. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 1, p. 2–12, 1 fev. 2020.

PEREIRA, J. DO S. M.; SIMÕES, A.; CAÑETE, V. R. O óleo do bicho do tucumã (*Speciomerus ruficornis germar*). **ContraCorrente: Revista do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas**, v. 18, p. 192–207, 23 dez. 2022.

PERERA, D. N.; HEWAVITHARANA, G. G.; NAVARATNE, S. B. Determination of Physicochemical and Functional Properties of Coconut Oil by Incorporating Bioactive Compounds in Selected Spices. **Journal of Lipids**, v. 2020, p. 1–11, 28 jul. 2020.

POLMANN, G. et al. Chemical characterization of gurguéia nut (*Dipteryx lacunifera Ducke*) and press cake oil obtained by hydraulic pressing and supercritical extraction. **Biomass Conversion and Biorefinery**, 18 mar. 2023.

POYATO, C. et al. A novel approach to monitor the oxidation process of different types of heated oils by using chemometric tools. **Food Research International**, v. 57, p. 152–161, mar. 2014.

MARK. **Understanding the Life Cycle of the Black Soldier Fly - Insect School**. Disponível em: <<https://www.insectschool.com/uncategorized/understanding-the-life-cycle-of-the-black-soldier-fly/>>. Acesso em: 27 jun. 2023.

RINDHE, S. N. et al. Black Soldier Fly: A New Vista for Waste Management and Animal Feed. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 01, p. 1329–1342, 20 jan. 2019.

ROCHA, T. T. et al. Potencial terapêutico e composição química do óleo de bicho do tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) utilizado na medicina popular. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, nov. 2014.

ROHMAN, A. et al. Monitoring the oxidative stability of virgin coconut oil during oven test using chemical indexes and FTIR spectroscopy. **International Food Research Journal**, 2011.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Elsevier Ltd, 2013.

SHEPPARD, D. C. et al. A value added manure management system using the black soldier fly. **Bioresource Technology**, v. 50, n. 3, p. 275–279, 10 jun. 2020

SHEPPARD, D. C. et al. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). **Journal of Medical Entomology**, v.39, 4 ed, 1 jul 2002, p. 695–698.

SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**. Dourados, MS: Editora UFGD, 2013. (Coleção Cadernos Acadêmicos).

SOETEMANS, L.; UYTTEBROEK, M.; BASTIAENS, L. Characteristics of chitin extracted from black soldier fly in different life stages. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 165, p. 3206–3214, 15 dez. 2020.

SU, C. H. et al. Enzyme-assisted extraction of insect fat for biodiesel production. **Journal of Cleaner Production**, v. 223, p. 436–444, 20 jun. 2019.

TOMBERLIN, J. K.; SHEPPARD, D. C. Lekking behavior of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). **Florida Entomologist**, v. 84, n. 4, p. 729–730, 2001.

TOMBERLIN, J. K.; SHEPPARD, D. C. Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. **Journal of Entomological Science**, v. 37, n. 4, p. 345–352, 2002.

VAN HUIS, A. **Potential of insects as food and feed in assuring food security**. **Annual Review of Entomology**, 7 jan. 2013.

WOŁOSZYN, J. et al. Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. **Poultry Science**, v. 99, n. 2, p. 1216–1224, 1 fev. 2020.

ZAMBRANO, F. et al. Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) oriundo das cercas vivas de Manabí Equador. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 2015.

ZANQUI, A. B. et al. Brazil nut oil extraction using subcritical N-propane: Advantages and chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 3, p. 603–612, 1 mar. 2020.

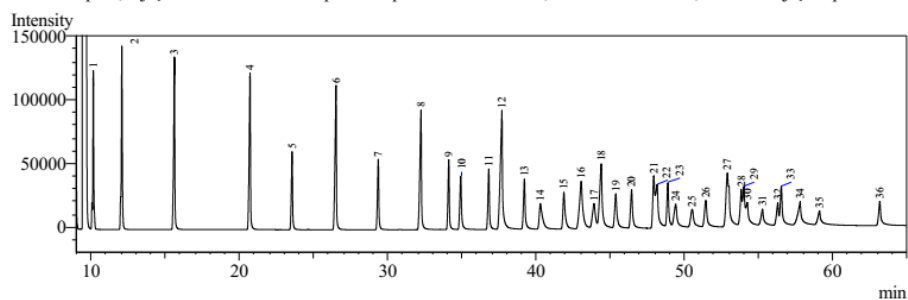
ZŁOTKO, K. et al. Isolation of chitin from black soldier fly (*Hermetia illucens*) and its usage to metal sorption. **Polymers**, v. 13, n. 5, 1 mar. 2021.

ZULA, A. T.; DESTA, D. T. Fatty Acid-Related Health Lipid Index of Raw and Fried Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish Muscle. **Journal of Food Quality**, v. 2021, 2021.

ANEXOS – Cromatograma padrões

Figura A – Cromatograma dos padrões dos ácidos graxos.

Analysis Date & Time : 14/07/2022 14:47:17
 User Name : Admin
 Sample Name : FAME_MIX_14.07.22_R2
 Sample Type : Standard
 Injection Volume : 1 uL
 IData Name : C:\GCsolution\Amostras_GC2010\Dados 2022\FAME Mix\FAME_MIX_14.07.22_R2.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Metodos_GC2010\Metodos 2019\Acidos-Graxos-HP-88_Supelco.gcm
 [Description]
 FAME mix puro, injeção 1 uL R2 método Supelco adaptado - 120 °C/5 min, 2°C/min até 240 °C, 10 min - Injeção splitless 1:1



Peak#	Ret.Time	Area	Height	ID#	Compound Name
1	10.140	550507	124093	1	Butyric (C4:0)
2	12.067	705799	144218	2	Caproic (C6:0)
3	15.607	762777	135673	3	Caprylic (C8:0)
4	20.714	779767	123239	4	Capric (C10:0)
5	23.549	374468	61121	5	Undecanoic (C11:0)
6	26.513	771796	113220	6	Lauric (C12:0)
7	29.363	365087	55234	7	Tridecanoic (C13:0)
8	32.246	738412	93979	8	Myristic (C14:0)
9	34.117	355604	54612	9	Myristoleic (C14:1)
10	34.925	345435	41815	10	Pentadecanoic (C15:0)
11	36.817	342239	47596	11	cis-10-Pentadecenoic (C15:1)
12	37.703	1043804	93321	12	Palmitic (C16:0)
13	39.220	332016	39266	13	Palmitoleic (C16:1)
14	40.296	307896	19979	14	Heptadecanoic (C17:0)
15	41.884	317187	29002	15	cis-10-Heptadecenoic (C17:1)
16	43.049	596923	37456	16	Stearic (C18:0)
17	43.915	287591	19720	17	Elaidic (C18:1n9t)
18	44.402	686855	51122	18	Oleic (C18:1n9c)
19	45.384	329938	27338	19	Linolelaidic (C18:2n6t)
20	46.450	322516	30284	20	Linoleic (C18:2n6c)
21	47.946	378286	41154	21	Arachidic (C20:0)
22	48.165	458590	34072	22	γ-Linolenic (C18:3n6)
23	48.898	326707	35301	23	cis-11-Eicosenoic (C20:1)
24	49.423	303094	18538	24	Linolenic (C18:3n3)
25	50.538	227134	14265	25	Heneicosanoic (C21:0)
26	51.457	273921	21053	26	cis-11,14-Eicosadienoic (C20:2)
27	52.909	725241	42469	27	Behenic (C22:0)
28	53.845	260076	29379	28	cis-8,11,14-Eicosatrienoic (C20:3n6)
29	54.024	313993	31782	29	Erucic (C22:1n9)
30	54.254	291454	18850	30	cis-11,14,17-Eicosatrienoic (C20:3n3)
31	55.279	220222	13515	31	Tricosanoic (C23:0)
32	56.313	182191	18368	32	Arachidonic (C20:4n6)
33	56.551	358927	31070	33	cis-13,16-Docosadienoic (C22:2)
34	57.817	373040	18700	34	Lignoceric (C24:0) + cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic (C20:5n3)
35	59.123	204855	11475	35	Nervonic (C24:1)
36	63.188	221618	19045	36	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic (C22:6n3)
Total		15435966	1741374		

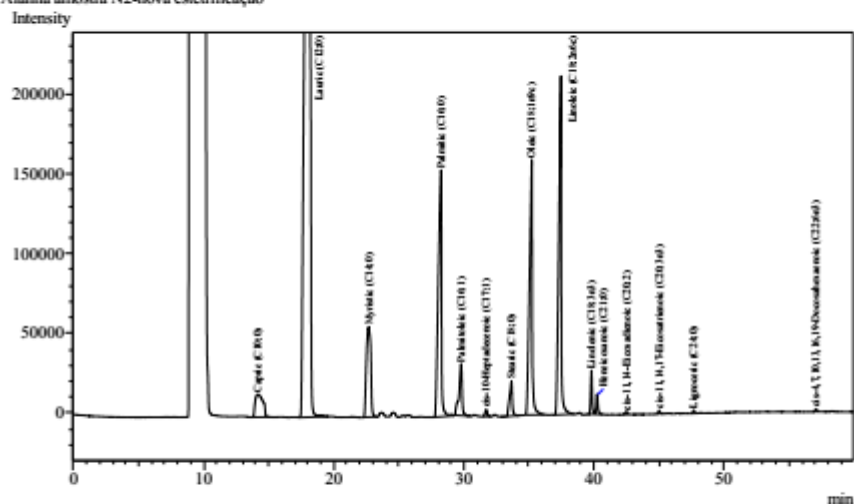
Figura B – Cromatograma da amostra A1, primeira replicata.

Analysis Date & Time : 18/05/2023 16:49:28
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : Alanna amostra N2-nova est
 Sample ID : Alanna amostra N2-nova est
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume :
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Amostras_GC2010\Dados 2023\Alanna\Alanna amostra N2-nova est.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Metodos_GC2010\Metodos 2019\Acidos-Graxos-HP-88.gcm

[Description]

Alanna amostra N2-nova estetrificação



Peak#	Ret. Time	Area	Height	Area%	ID#	Cmpd Name
1	14.184	589765	14393	2.6862	4	Capric (C10:0)
2	17.936	10945727	330749	49.8543	6	Lauric (C12:0)
3	22.715	1335545	56178	6.0830	8	Myristic (C14:0)
4	28.257	2642927	154525	12.0377	12	Palmitic (C16:0)
5	29.798	539581	32500	2.4576	13	Palmitoleic (C16:1)
6	31.723	50097	4291	0.2282	15	cis-10-Heptadecenoic (C17:1)
7	33.668	318779	21635	1.4519	16	Stearic (C18:0)
8	35.229	2349318	159968	10.7004	18	Oleic (C18:1n9c)
9	37.470	2801129	211820	12.7583	20	Linoleic (C18:2n6c)
10	39.820	216531	27558	0.9862	23	Linolenic (C18:3n3)
11	40.252	108531	12690	0.4943	24	Heneicosanoic (C21:0)
12	42.513	10095	1358	0.0460	26	cis-11,14-Eicosadienoic (C20:2)
13	45.029	15994	2146	0.0728	30	cis-11,14,17-Eicosatrienoic (C20:3n3)
14	47.674	16478	2006	0.0751	34	Lignoceric (C24:0)
15	57.076	14934	1725	0.0680	37	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic (C22:6n3)
Total		21955431	1033542	100.0000		

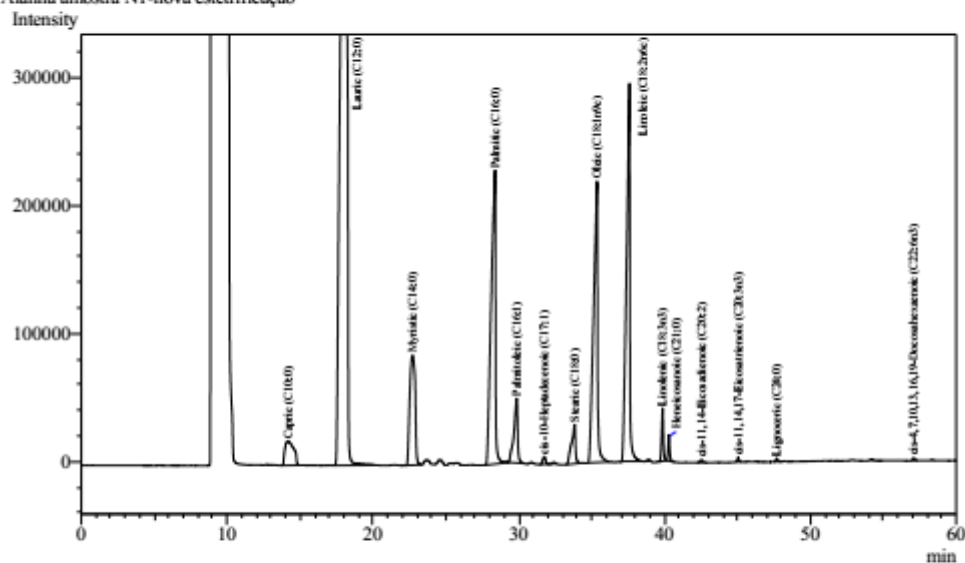
Figura C – Cromatograma da amostra A1, segunda replicata.

Analysis Date & Time : 18/05/2023 15:45:09
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : Alanna amostra N1-nova est
 Sample ID : Alanna amostra N1-nova est
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume :
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Amostras_GC2010\Dados 2023\Alanna\Alanna amostra N1-nova est.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Metodos_GC2010\Metodos 2019\Acidos-Graxos-HP-88.gcm

[Description]

Alanna amostra N1-nova esterificação



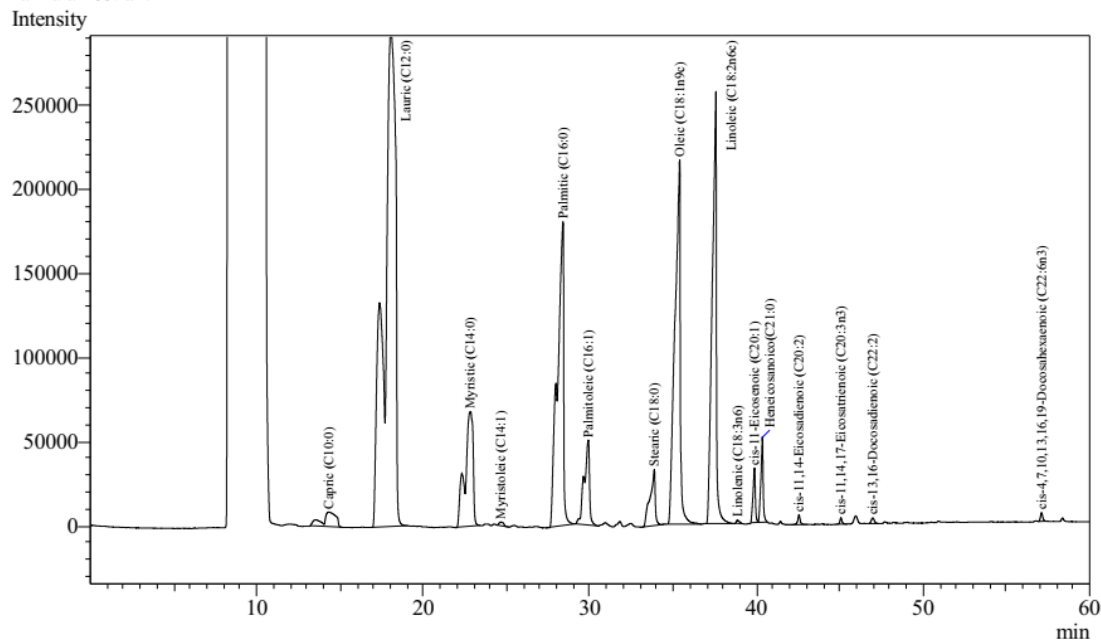
Peak#	Ret.Time	Area	Height	Area%	ID#	Cmpd Name
1	14.192	797981	18876	2.2958	4	Capric (C10:0)
2	18.011	16083469	469772	46.2718	6	Lauric (C12:0)
3	22.725	2206567	85846	6.3482	8	Myristic (C14:0)
4	28.378	4742726	229018	13.6447	12	Palmitic (C16:0)
5	29.857	899736	50435	2.5885	13	Palmitoleic (C16:1)
6	31.753	83885	5988	0.2413	15	cis-10-Heptadecenoic (C17:1)
7	33.833	571153	30609	1.6432	16	Stearic (C18:0)
8	35.369	4132556	219354	11.8893	18	Oleic (C18:1n9c)
9	37.592	4665924	294959	13.4238	20	Linoleic (C18:2n6c)
10	39.871	331929	41282	0.9550	23	Linolenic (C18:3n3)
11	40.299	156287	19833	0.4496	24	Heneicosanoic (C21:0)
12	42.536	19285	2156	0.0555	26	cis-11,14-Eicosadienoic (C20:2)
13	45.049	24377	3403	0.0701	30	cis-11,14,17-Eicosatrienoic (C20:3n3)
14	47.692	22234	2790	0.0640	34	Lignoceric (C24:0)
15	57.086	20570	2145	0.0592	37	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic (C22:6n3)
Total		34758679	1476466	100.0000		

Figura D – Cromatograma da amostra A2, primeira replicata.

Analysis Date & Time : 18/05/2023 18:16:17
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : Alanna amostra V1
 Sample ID : Alanna amostra V1
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume :
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Amostras_GC2010\Dados 2023\Alanna\Alanna amostra V1.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Metodos_GC2010\Metodos 2019\Acidos-Graxos-HP-88.gcm

[Description]
 Alanna amostra V1



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Area%	ID#	Cmpd Name
1	14.300	481308	8634	1.4484	4	Capric (C10:0)
2	18.010	13668876	294465	41.1343	6	Lauric (C12:0)
3	22.789	2305977	67808	6.9395	8	Myristic (C14:0)
4	24.637	40255	2076	0.1211	9	Myristoleic (C14:1)
5	28.378	4603591	180344	13.8538	12	Palmitic (C16:0)
6	29.902	1119295	50467	3.3683	13	Palmitoleic (C16:1)
7	33.859	717037	33369	2.1578	16	Stearic (C18:0)
8	35.384	4835432	216169	14.5515	18	Oleic (C18:1n9c)
9	37.560	4449888	256345	13.3912	20	Linoleic (C18:2n6c)
10	38.848	22582	1920	0.0680	21	Linolenic (C18:3n6)
11	39.875	316188	32459	0.9515	23	cis-11-Eicosenoic (C20:1)
12	40.351	485680	50852	1.4616	24	Heneicosanoico(C21:0)
13	42.546	57416	5808	0.1728	26	cis-11,14-Eicosadienoic (C20:2)
14	45.066	33563	3849	0.1010	30	cis-11,14,17-Eicosatrienoic (C20:3n3)
15	46.981	43987	3472	0.1324	33	cis-13,16-Docosadienoic (C22:2)
16	57.114	48775	5193	0.1468	37	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic (C22:6n3)
Total		33229850	1213230	100.0000		

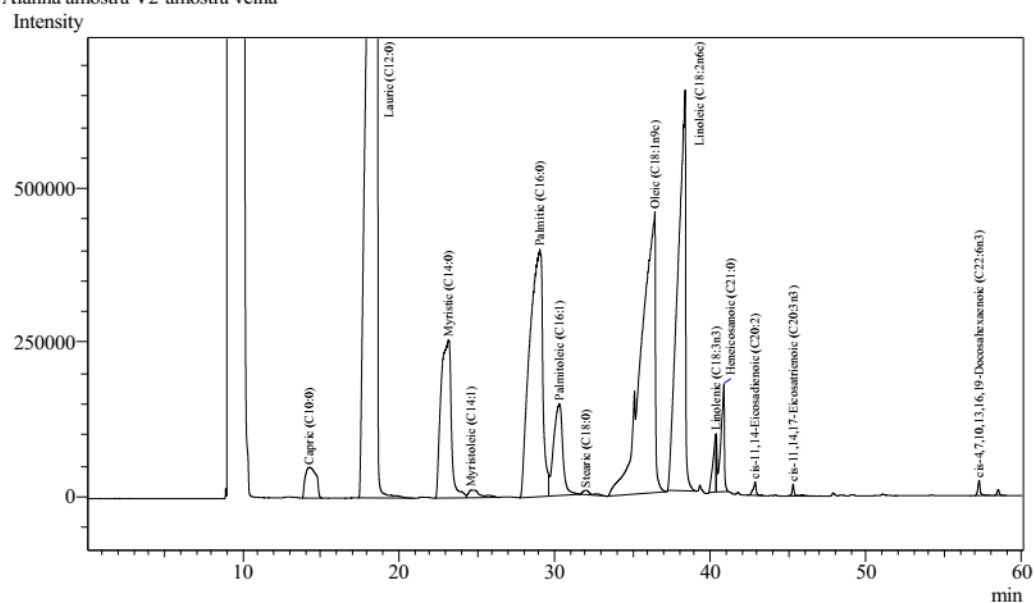
Figura E – Cromatograma da amostra A2, segunda replicata.

Analysis Date & Time : 18/05/2023 14:32:02
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : Alanna amostra V2
 Sample ID : Alanna amostra V2
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume :
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Amostras_GC2010\Dados 2023\Alanna\Alanna amostra V2.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Metodos_GC2010\Metodos 2019\Acidos-Graxos-HP-88.gcm

[Description]

Alanna amostra V2-amostra velha



Peak#	Ret. Time	Area	Height	Area%	ID#	Cmpd Name
1	14.261	2398718	50046	1.4538	4	Capric (C10:0)
2	18.443	64400757	1412274	39.0305	6	Lauric (C12:0)
3	23.190	11826405	256860	7.1675	8	Myristic (C14:0)
4	24.639	672207	12394	0.4074	9	Myristoleic (C14:1)
5	29.049	23285552	401667	14.1124	12	Palmitic (C16:0)
6	30.296	6089649	149230	3.6907	13	Palmitoleic (C16:1)
7	31.987	261188	6954	0.1583	15	Stearic (C18:0)
8	36.435	28614975	455554	17.3423	19	Oleic (C18:1n9c)
9	38.377	22370854	650829	13.5580	21	Linoleic (C18:2n6c)
10	40.358	1274967	94479	0.7727	24	Linolenic (C18:3n3)
11	40.859	2969544	174753	1.7997	25	Heneicosanoic (C21:0)
12	42.865	282431	21929	0.1712	26	cis-11,14-Eicosadienoic (C20:2)
13	45.301	199276	18773	0.1208	30	cis-11,14,17-Eicosatrienoic (C20:3n3)
14	57.231	260459	24978	0.1579	37	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic (C22:6n3)
15	58.456	93944	9806	0.0569		
Total		165000926	3740526	100.0000		