

**Produção de chocolate 70% massa de cacau enriquecido com óleo essencial das folhas de *Mentha Arvensis*****Chocolate production 70% cocoa mass enriched with essential oil from the leaves of *Mentha Arvensis***

DOI:10.34117/bjdv6n7-669

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 24/07/2020

**Nadabe dos Santos Reis**

Doutora em Engenharia e Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

Instituição: Universidade Federal do Sul da Bahia- UFSB

Endereço: Rodovia de acesso para Itabuna, Km 39- Ferradas, Itabuna- BA, 45613-204

E-mail: nadabereis2@gmail.com, nadabereis@ufsb.edu.br

**Maria Olímpia Batista de Moraes**

Mestra em Engenharia e Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB.

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: mariaolimpiamoraes@hotmail.com

**Raphael Patury Lins**

Graduado em Biomedicina pela Universidade Estadual Santa Cruz- UESC

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: raphaelpatury@gmail.com

**Eronilton Sena Filho**

Graduado em Tecnologia em Agroecologia pelo Instituto Federal Baiano- IFBAIANO

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: eron.senna.filho@gmail.com

**Elck Almeida Carvalho**

Doutora em Biologia e Biotecnologia de Microbiologia pela Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: elck.carvalho@ifbaiano.edu.br

**Solane Alves Santos da Rocha**

Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca.

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: solane.rocha@ifbaiano.efu.br

**Ben Hur Ramos Ferreira Gonçalves**

Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

Instituição: Universidade Federal do Sul da Bahia- UFSB

Endereço: Rodovia de acesso para Itabuna, Km 39- Ferradas, Itabuna- BA, 45613-204

E-mail: benhur@ufsb.edu.br

**Durval Líbano Netto Mello**

Mestre em Produção Vegetal com ênfase em Manejo de Solos Tropicais pela Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua Dr. João Nascimento, S/N, Centro, Uruçuca-BA, 45680-000

E-mail: durval.mello@ifbaiano.edu.br

**Biano Alves de Melo Neto**

Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia-UFBA

Instituição: Instituto Federal Baiano- IFBAIANO, Campus Uruçuca

Endereço: Rua João Nascimento, s/n - Centro, Uruçuca - BA, 45680-000

E-mail: biano.neto@ifbaiano.edu.br

**RESUMO**

O chocolate com 70% de massa de cacau é considerado um alimento apreciado pelo sabor, aroma e funcionalidade. A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos presentes nessa matriz alimentícia o torna um produto apreciado em todo mundo. Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver chocolates com aroma e sabor mentolados e aumentar a composição destes com substâncias bioativas presentes no óleo essencial de *Mentha arvensis*. Este óleo essencial foi analisado por cromatografia gasosa sendo o mentol identificado como composto majoritário (95%), além disso, o óleo essencial e os chocolates produzidos foram analisados por FTIR apresentando diferentes grupos funcionais. Foram elaboradas 2 formulações (chocolate 70% com 20 µL de óleo essencial e chocolate 70% com 40 µL de óleo essencial), o controle foi o chocolate sem adição de óleo. Foram realizadas análises microbiológicas (Coliformes termotolerantes, *Salmonella sp* e *Staphilococcus aureus*) e de composição química (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos). Observou-se que os resultados das análises microbiológicas atenderam a legislação. Em relação a composição química, os resultados de umidade, cinzas e lipídeos estão dentro das especificações da legislação em vigor, sendo para umidade o máximo de 3%, cinzas 2,5% e lipídeos o mínimo de 20%, respectivamente. A análise de identificação de compostos fenólicos demonstrou que a adição de óleo essencial promoveu aumento no teor destes compostos. O teste de aceitação sensorial apontou que as amostras foram bem avaliadas, entretanto, no teste de intenção de compra os provadores afirmaram que comprariam o chocolate com maior concentração de óleo essencial.

**Palavras-chave:** antioxidantes, mentol, chocolate.

**RESUMO**

O chocolate com 70% de massa de cacau é considerado um alimento apreciado pelo sabor, aroma e funcionalidade. A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos presentes nessa matriz alimentícia o torna um produto apreciado em todo mundo. Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver chocolates com aroma e sabor mentolados e aumentar a composição destes com substâncias bioativas presentes no óleo essencial de *Mentha arvensis*. Este óleo essencial foi analisado por cromatografia gasosa sendo o mentol identificado como composto majoritário (95%), além disso, o óleo essencial e os chocolates produzidos foram analisados por FTIR apresentando diferentes grupos funcionais.

Foram elaboradas 2 formulações (chocolate 70% com 20 µL de óleo essencial e chocolate 70% com 40 µL de óleo essencial), o controle foi o chocolate sem adição de óleo. Foram realizadas análises microbiológicas (Coliformes termotolerantes, *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus*) e de composição química (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos). Observou-se que os resultados das análises microbiológicas atenderam a legislação. Em relação a composição química, os resultados de umidade, cinzas e lipídeos estão dentro das especificações da legislação em vigor, sendo para umidade o máximo de 3%, cinzas 2,5% e lipídeos o mínimo de 20%, respectivamente. A análise de identificação de compostos fenólicos demonstrou que a adição de óleo essencial promoveu aumento no teor destes compostos. O teste de aceitação sensorial apontou que as amostras foram bem avaliadas, entretanto, no teste de intenção de compra os provadores afirmaram que comprariam o chocolate com maior concentração de óleo essencial.

**Palavras-chave:** antioxidantes, mentol, chocolate.

## Resumo

O chocolate com 70% de massa de cacau é considerado um alimento apreciado pelo sabor, aroma e funcionalidade. A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos presentes nessa matriz alimentícia o torna um produto apreciado em todo mundo. Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver chocolates com aroma e sabor mentolados e aumentar a composição destes com substâncias bioativas presentes no óleo essencial de *Mentha arvensis*. Este óleo essencial foi analisado por cromatografia gasosa sendo o mentol identificado como composto majoritário (95%), além disso, o óleo essencial e os chocolates produzidos foram analisados por FTIR apresentando diferentes grupos funcionais. Foram elaboradas 2 formulações (chocolate 70% com 20 µL de óleo essencial e chocolate 70% com 40 µL de óleo essencial), o controle foi o chocolate sem adição de óleo. Foram realizadas análises microbiológicas (Coliformes termotolerantes, *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus*) e de composição química (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos). Observou-se que os resultados das análises microbiológicas atenderam a legislação. Em relação a composição química, os resultados de umidade, cinzas e lipídeos estão dentro das especificações da legislação em vigor, sendo para umidade o máximo de 3%, cinzas 2,5% e lipídeos o mínimo de 20%, respectivamente. A análise de identificação de compostos fenólicos demonstrou que a adição de óleo essencial promoveu aumento no teor destes compostos. O teste de aceitação sensorial apontou que as amostras foram bem avaliadas, entretanto, no teste de intenção de compra os provadores afirmaram que comprariam o chocolate com maior concentração de óleo essencial.

**Palavras-chave:** antioxidantes, mentol, chocolate.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos vem nos últimos anos pesquisando e desenvolvendo novos produtos capazes de atrair os consumidores tanto pelos atributos sensoriais, quanto pelas propriedades funcionais a partir de substâncias bioativas. Entre os diferentes produtos alimentícios que vem tendo o processamento mais elaborado, o chocolate ganha destaque.

O chocolate é definido como sendo uma suspensão complexa de partícula sólidas (açúcar, líquido de cacau) dispersas em uma fase hidrofóbica composta pela manteiga de cacau (Afoakwa et al., 2008). Essa composição do chocolate o torna um produto apreciado e consumido por uma grande

parte da população mundial, estando essa popularidade associada as propriedades sensoriais e a textura (Hinneh et al., 2019).

Além das características organolépticas, a presença de compostos fenólicos no chocolate, associado ao potencial antioxidante tem aumentado ainda mais a demanda desse produto (Fowler, 2009; Torres-Moreno et al., 2015). O interesse do consumidor pelo chocolate como alimento funcional, deve-se aos resultados de pesquisas demonstrando a relação positiva entre a ingestão de chocolates e o risco reduzido de doenças, como por exemplo, cardiovasculares (Stephanie et al., 2019).

O benefício promovido a saúde humana pelo chocolate está diretamente relacionado ao líquido de cacau utilizado no processamento. No líquido de cacau há uma grande quantidade de polifenóis, sendo os mais abundantes os flavonóis (catequinas e epicatequinas). Estes compostos bioativos promovem potente atividade antioxidante e possuem propriedades biológicas, tais como; anti-inflamatória, antimicrobiana, analgésica, vasodilatadora, dentre outras (Quiroz-Reyes & Fogliano, 2018).

Com o crescente interesse da indústria de chocolates em despertar nos seus consumidores, novas percepções, adicionar diferentes sabores e enriquecer a composição dos seus produtos com outros constituintes químicos, diferentes matrizes vegetais vêm sendo utilizada, tais como; pimenta, gengibre, canela, cravo, laranja, menta e outras. A *Mentha arvensis* é uma espécie pertencente à família das Lamiaceae, conhecida popularmente como hortelã japonesa ou vique (Reis et al., 2018). A *Mentha arvensis* é uma matriz vegetal composta por diferentes metabólitos secundários entre os quais, pode-se mencionar; óleos essenciais, terpenos e flavonoides. Dentre os compostos citados, os óleos essenciais de *Mentha arvensis* são as substâncias voláteis, lipofílicas e odoríferas, ricas em mentol (Kummar et al., 2011).

O mentol é classificado como monoterpeno cíclico e é bastante utilizado pelas indústrias farmacêuticas, cosméticos e de alimentos, por conferir sabor e aroma mentolados a diversos produtos. Além disso, o mentol possui diferentes ações biológicas já comprovadas, tais como; antimicrobiana, antifúngica, analgésica, antioxidante, se tornando um composto de interesse industrial (Tiwari, 2016).

O enriquecimento do chocolate com o óleo essencial das folhas de *Mentha arvensis* torna-se atraente do ponto de vista científico e industrial, pois a adição do mentol possibilita associar tanto sabor e aroma como potencializar a funcionalidade do produto. Nesse sentido, esse trabalho visa adicionar o óleo essencial de folhas de *Mentha arvensis* na formulação de chocolate 70% massa de cacau para avaliar as características físico-químicas, capacidade antioxidante e a avaliação sensorial.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

## 2.1 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

A extração do óleo essencial foi realizada no Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC. A metodologia para a extração do óleo essencial foi conforme descrita por Reis et al. (2018). A massa total de óleo obtida foi de 1,65 g.

## 2.2 ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS

O óleo essencial obtido foi analisado por cromatografia gasosa em um CG-FID (cromatógrafo gasoso com detector de ionização por chama) Varian, modelo 3800. As condições cromatográficas foram: Coluna DB5 (30m x 0,25 mm i.d. x 0,25 µm); Temperatura inicial de 50 °C; Tempo inicial de 5 minutos; Tempo final de 65,33 minutos; Temperatura final de 240 °C; Temperatura do injetor de 240 °C; Temperatura do detector de 280 °C; Gás de arraste nitrogênio; Programação de temperatura: 50 °C até 280 °C com rampa de aquecimento de 20 °C/min. Modo de injeção com divisão de fluxo de 1:30.

## 2.3 PROCESSAMENTO DO CHOCOLATE 70 % ENRIQUECIDO COM ÓLEO ESSENCIAL DE *MENTHA ARVENSIS*

A formulação do chocolate foi elaborada no Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-IFBAIANO na cidade de Uruçuca - BA. Foi utilizada na formulação do chocolate: massa de cacau (70%), sendo 65% de líquido de cacau e 5% de manteiga de cacau e 30% de açúcar. Para o refino e a conchagem da massa utilizou-se de máquinas Mélangeur (Spectra 11) em um sistema descontínuo por batelada. Em cada batelada foram processados 4 Kg de massa, sendo o tempo de cada batelada de 24 horas e a temperatura de 50 °C.

A massa refinada e conchada foi conduzida para o processo de temperagem manual. Após essa etapa foi feita a adição do óleo essencial de *Mentha arvensis* em dois volumes 20 µL e 40 µL, respectivamente. Essa massa obtida após a temperagem foi transferida para formas de acrílico e batidas sobre a mesa para evitar formação de bolhas de ar na superfície dos chocolates. Em seguida, os chocolates foram resfriados à temperatura de 10 °C por 20 minutos. Após resfriados, os chocolates foram embalados e armazenados sob temperatura de refrigeração.

## 2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS

As análises de composição química (Umidade, Cinzas, Lipídeos, Proteínas) das duas formulações de chocolate e do controle foram realizadas em triplicata, segundo metodologia descrita por IAL (2008). A análise de carboidratos foi obtida pela diferença (Botelho et al., 2014). As análises

de composição química foram realizadas no laboratório de análise de alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira.

## 2.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os chocolates produzidos foram analisados para verificação do padrão microbiológico. Foram realizadas pesquisa da presença de *Salmonella*, contagem de coliformes termotolerantes, por meio da técnica do número mais provável (NMP) e *Staphylococcus* coagulase positiva. Todas as análises foram realizadas de acordo com os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de alimentos e água (Silva et al., 2017). As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano, Campus de Uruçuca.

## 2.6 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

O espectro vibracional de absorção na região infravermelho foi obtido em um espectrofotômetro da Spectrum 400 da Perkin Elmer (UK) com acessório de refletância atenuada total empregando um cristal de selênio de zinco (ZnSe). O espectro foi obtido, na faixa de 600 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ , com resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ . Antes da medida da amostra foi medido o espectro de infravermelho empregando o cristal sem amostra. Tanto o óleo essencial obtido quanto os chocolates foram submetidos a FTIR. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB.

## 2.7 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Para a extração dos compostos fenólicos pesou-se 1 g do chocolate e colocou-se em agitação a frio, com 20 mL de solução hidroetanólica a 80%. Após 30 minutos de extração, filtrou-se a vácuo e o filtrado foi utilizado para a determinação do teor de compostos fenólicos totais, segundo procedimento proposto por Wettasinghe & Shahidi (1999).

## 2.8 ANÁLISE SENSORIAL

As amostras de chocolate com 70% de massa de cacau formuladas com duas concentrações diferentes de óleo essencial de *Mentha arvensis*, foram submetidas a testes sensoriais de Aceitação e Intenção de compra. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Tecnologia de Alimentos do IFBAIANO/ Uruçuca, em cabines individuais, sob fonte uniforme de

luz branca, por 60 provadores não treinados, apreciadores de chocolate, composto por servidores e discentes do IFBAIANO.

## 2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

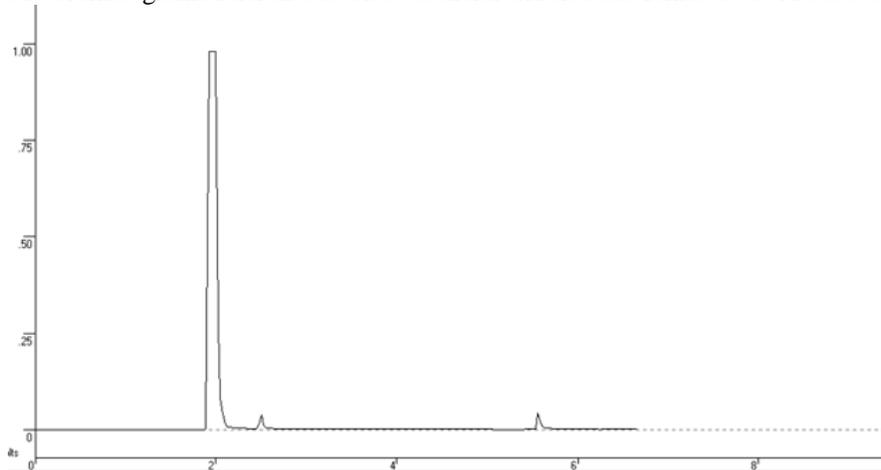
Os resultados das médias foram comparados através do teste de Tukey a 95% de significância utilizando o software Minitab 17.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DO ÓLEO ESSENCIAL

A partir da análise de cromatografia gasosa do óleo essencial de *Mentha arvensis*, os compostos químicos foram identificados (Figura 1).

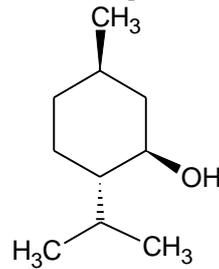
Figura 1: Cromatograma referente ao óleo essencial extraído das folhas de de *Mentha arvensis*



No cromatograma gerado (Figura 1) é possível observar que o mentol foi o constituinte que apresentou maior área (95%). Através do estudo do índice de retenção experimental, outros componentes foram identificados, sendo encontrado, em baixas concentrações o neo-mentol (1,1%) e a isomentona (1,3%).

O mentol é um monoterpene cíclico (Figura 2), que possui aroma e sabor mentolados por ser um derivado direto da rota biossintética da mentona, bastante utilizado no processamento de doces (balas, goma de mascar), remédios (pomadas, xaropes), produtos de higiene pessoal (creme dental, sabonete), e outros (Amaral, 2014).

Figura 2: Estrutura química do mentol



### 3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A tabela 1 apresenta os resultados da composição físico-química dos chocolates analisados.

Tabela 1: Composição química das formulações de chocolate 70%

Composição Química (%)	Formulações		
	Chocolate 70% (controle)	Chocolate 70% + 20 µL óleo essencial	Chocolate 70% + 40 µL óleo essencial
Umidade	1,74 ±0,093	1,65±0,04	1,73±0,009
Proteína	9,87±0,08	10,52±1,22	17,17±7,43
Lipídeos	59,00± 1,02	58,003±0,213	58,38±0,348
Cinzas	1,71±0,09	1,68±0,049	1,62±0,13
Carboidratos	27,66±0,01	28,14±0,03	20,57 ±1,30

Independente da adição do óleo essencial, os chocolates avaliados apresentaram valores de umidade e cinzas condizentes com o que a legislação estabelece, sendo os limites máximos de 3% e 2,5% para estes parâmetros (Brasil, 1978). Segundo Afoakwa et al. (2007) quanto maior a quantidade de água total (umidade), maior agregação de partículas de açúcar, o que pode tornar a textura do chocolate arenosa. Além disso, do ponto de vista microbiológico é desejável que a umidade seja controlada, pois reduz o risco de contaminação por micro-organismos, aumentando a vida de prateleira do produto.

De acordo com a legislação, o teor lipídico para chocolate deve ser no mínimo de 20%. Os chocolates obtidos nesse trabalho, apresentaram em média 58% de lipídeos. Conforme estudos anteriores realizados por Quast (2008) este elevado teor, possivelmente infere-se sobre a massa de cacau utilizada, o que está diretamente interligada com a maturação desejável dos frutos e a sua variedade (origem genética). Santana et al., (2020) afirmaram que a qualidade das amêndoas de cacau está relacionada ao processo de fermentação, temperatura ambiente, aeração da massa, tamanho da massa, mistura de cacau e outros.

Neste trabalho, foi possível observar que ocorreu uma elevação no teor proteico dos chocolates, não sendo possível afirmar que foi devido a adição do óleo essencial de *Mentha arvensis*, necessitando de uma investigação mais aprofundada para esta significativa alteração.

### 3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os chocolates produzidos (controle e adicionados de óleo essencial) foram submetidos as análises microbiológicas para verificação do padrão microbiológico estabelecido pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (Brasil, 2001), que aceita uma tolerância de 10 NMP/g para Coliformes a 45 °C, ausência para *Salmonella sp* / 25g e 1 UFC / g para *Staphylococcus aureus*. Os resultados da análise microbiológica estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Valores médios das análises de coliformes termotolerantes, *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus* dos chocolates 70 % com e sem adição de óleo essencial.

<b>Formulações</b>	<b>Coliformes 45 °C</b>	<b><i>Salmonella</i> <i>sp</i>/25g</b>	<b><i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i></b>
<b>Chocolate 70% (controle)</b>	< 3.0NMP/g	Ausência	< 1,0 UFC/g
<b>Chocolate 70% + 20 µL óleo essencial</b>	< 3.0NMP/g	Ausência	< 1,0 UFC/g
<b>Chocolate 70% + 40 µL óleo essencial</b>	< 3.0NMP/g	Ausência	< 1,0 UFC/g

Os resultados demonstraram que os chocolates produzidos estão de acordo com os limites estabelecidos pela legislação, podendo ser considerados como produtos seguros para o consumo humano. Estes resultados apontam tanto para a qualidade das matérias-primas utilizadas como para as práticas adotadas durante o processamento.

### 3.4 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

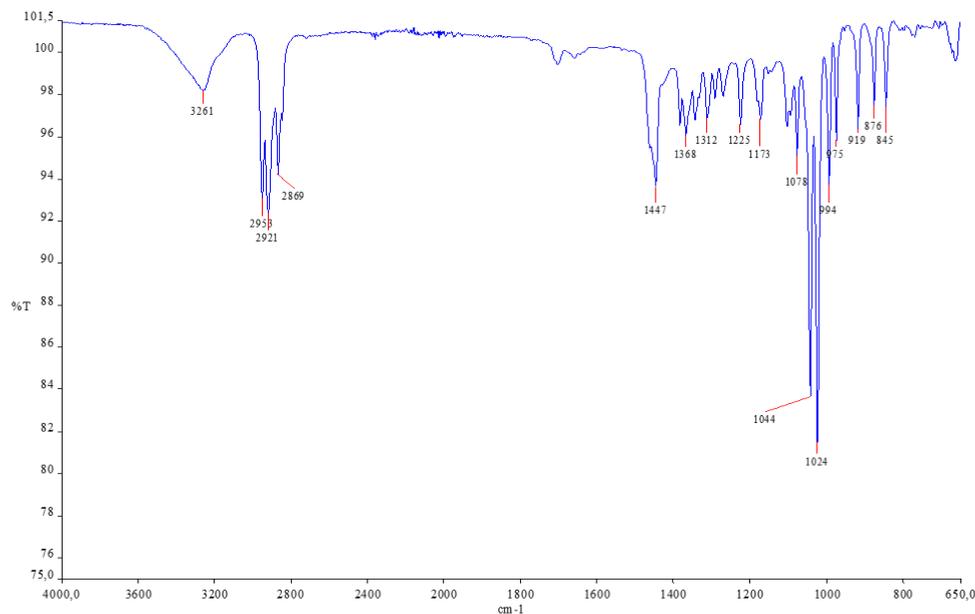
A análise de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier permitiu obter informações físicas e químicas sobre a estrutura molecular, níveis de energia e ligações químicas de compostos presentes nos óleos essenciais e chocolates obtidos. Isso é possível pois, os compostos

presentes nas amostras absorvem frequências de radiação eletromagnética na região do infravermelho promovendo os movimentos vibracionais das moléculas (Skoog, Holler e Nieman, 2002)

### 3.4.1 FTIR do óleo essencial de *Mentha arvensis*

A partir da espectrometria de absorção na região do infravermelho (FTIR) do óleo essencial de *Mentha arvensis* (Figura 3) foi possível identificar os grupos funcionais presentes (Warren, Gidley & Flanagan, 2015).

Figura 3: Espectros de absorção na região do infravermelho (FTIR) do óleo essencial de *Mentha arvensis* obtido.



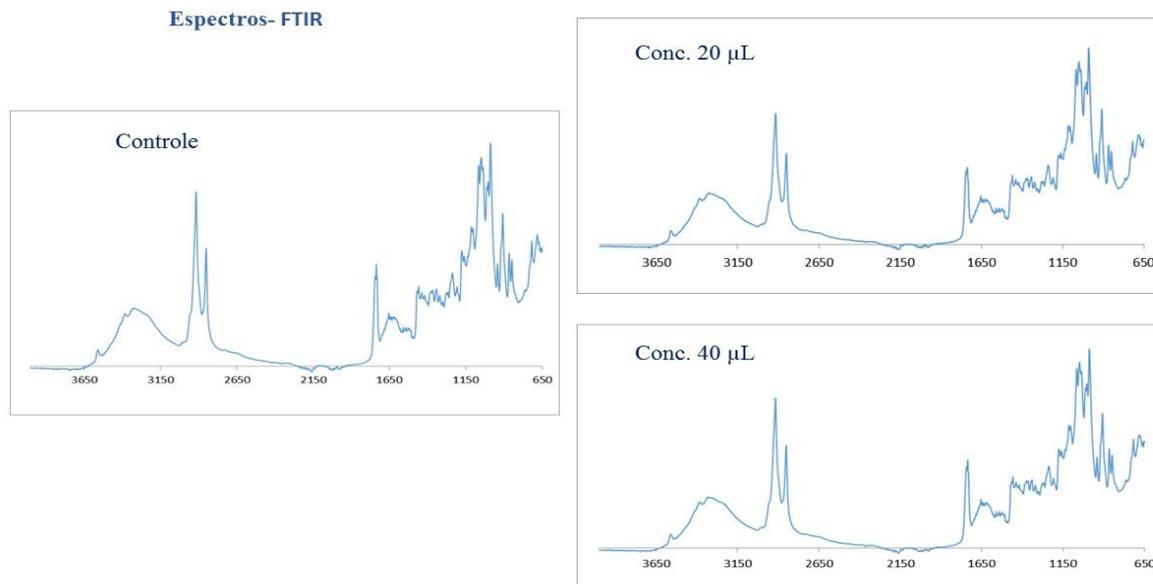
O espectro de infravermelho do óleo essencial obtido apresentado na Figura 1, aponta para a vibração na banda  $3241\text{ cm}^{-1}$  que corresponde a banda de estiramento  $\nu(\text{O-H})$  e o estiramento da vibração  $\nu(\text{C-O})$  aparece em aproximadamente  $1225\text{ cm}^{-1}$  (Paiva et al., 2010). As bandas de absorção na região de  $2953\text{--}2921\text{ cm}^{-1}$  correspondem a bandas  $\nu(\text{C-H})$  que representam características de compostos quelantes, álcoois primários, grupos alifáticos  $\text{CH}_3$  e  $\text{CH}_2$ .

A banda apresentada na região de  $1435\text{ cm}^{-1}$  aponta para a presença de vibrações de deformação angular simétrica e assimétrica dos grupos metilas  $[\delta(\text{CH}_3)]$ . A banda de  $1290\text{ cm}^{-1}$  indica a possível presença de ésteres, grupos carbonilas e fenóis (NidhiPrakash & Yunus, 2013).

### 3.4.2 FTIR do chocolate a 70 % enriquecido com óleo essencial de *Mentha arvensis*

A partir da visualização dos espectros dos chocolates pode-se afirmar que ocorreu a vibração de diferentes grupos funcionais, característicos da estrutura de materiais distintos (manteiga de cacau, massa de cacau e açúcar).

Figura 4: Espectros de absorção na região do infravermelho (FTIR) dos chocolates produzidos.



Os espectros apontam para uma maior absorção na região entre 1150 e 650  $\text{cm}^{-1}$  devido a presença de carboidratos e lipídeos. Pode-se observar a presença de grupos fenólicos observadas nas vibrações da banda de estiramento 3150 a 3650  $\text{cm}^{-1}$   $\nu(\text{O-H})$  (nos tratamentos e no controle), e na vibração  $\nu(\text{C-O})$  que aparece em aproximadamente 1150  $\text{cm}^{-1}$  (Barbosa, 2007; Silverstein et al., 2006).

As bandas relacionadas a presença de anéis aromáticos podem ser observadas nas regiões 2925-2854  $\text{cm}^{-1}$  (atribuída ao trecho C-H do anel aromático, 992-680  $\text{cm}^{-1}$  (associada a deformação angular do C-H no anel aromático) e 1645-1544  $\text{cm}^{-1}$  (atribuído a C-C do anel aromático) (Batista et al., 2016).

### 3.5 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Os teores de constituintes fenólicos nos chocolates foram avaliados e estão apresentados na Tabela 3, sendo expressos como mg de equivalentes de ácido gálico por g de amostra ( $\text{mg EAG} \cdot \text{g}^{-1}$ ). O teor de fenólicos totais variou de 28,04 mg de equivalente de ácido gálico ( $\text{mg GAE}$ ) no chocolate controle, para teores acima de 35 mg de ácido gálico, sendo o maior teor encontrado no chocolate

com 20  $\mu\text{L}$  de óleo essencial. As amostras apresentaram diferença estatística significativa a um nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3: Teores dos constituintes fenólicos totais dos chocolates (controle, chocolate adicionado de 20  $\mu\text{L}$  e 40  $\mu\text{L}$  de óleo essencial de *Mentha arvensis*)

<i>Chocolate</i>	<i>mg.EAG.g<sup>-1</sup></i>
<i>Controle</i>	28,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02
<i>Conc. 20 <math>\mu\text{L}</math></i>	46,45 <sup>b</sup> $\pm$ 1,03
<i>Conc. 40 <math>\mu\text{L}</math></i>	39,47 <sup>c</sup> $\pm$ 0,94

\* Médias seguidas por letras distintas nas linhas, em relação as concentrações (20  $\mu\text{L}$  e 40  $\mu\text{L}$ ) para o teor de compostos fenólicos, diferem estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade ( $\alpha = 0,05$ ).

O resultado da análise de fenólicos totais aponta que a adição de óleo essencial de *Mentha arvensis* contribuiu para o aumento destes compostos que são responsáveis por inúmeros benefícios a saúde do consumidor. Em trabalhos anteriores Ibrie e Cavar (2014) avaliou que o conteúdo de fenólicos em chocolates apresentou uma variação entre 0,041- 0,376 EAG  $\text{mg.g}^{-1}$ . Na literatura, diferentes trabalhos abordam sobre o enriquecimento de antioxidantes em chocolates a partir da adição de frutas e outros vegetais desidratados, o que sugere que o desenvolvimento de chocolates com óleos essenciais podem ser uma alternativa para produtos não só com aceitação sensorial significativa como também, como uma composição atrativa, rica e benéfica (Komes et al., 2013)

### 3.6 ANÁLISE SENSORIAL

O chocolate possui compostos químicos responsáveis principalmente por despertar prazer no cérebro humano (Afoakwa, Paterson & Fowler, 2007). Dessa forma, a percepção sensorial tornar-se um fator crítico para os consumidores ao selecionar um novo tipo de chocolate. Neste estudo, a influência do óleo essencial de *Mentha arvensis* nas características sensoriais do chocolate com 70% de cacau é apresentada na Tabela 4:

Tabela 4: Dados de aceitação para os atributos aparência, aroma, textura, sabor e impressão global (Tratamento 1- 20  $\mu\text{L}$  de óleo essencial e Tratamento 2- 40  $\mu\text{L}$  de óleo essencial). Valores expressos em média + desvio padrão.

ATRIBUTOS	TRATAMENTOS	
	1	2
APARÊNCIA	6,85 <sup>a</sup> $\pm$ 1,63	7,05 <sup>a</sup> $\pm$ 1,60
AROMA	6,13 <sup>a</sup> $\pm$ 1,65	6,62 <sup>a</sup> $\pm$ 2,03
TEXTURA	6,58 <sup>a</sup> $\pm$ 1,85	6,95 <sup>a</sup> $\pm$ 1,82
SABOR	5,73 <sup>a</sup> $\pm$ 1,99	6,70 <sup>b</sup> $\pm$ 2,04
IG	6,67 <sup>a</sup> $\pm$ 1,67	7,05 <sup>a</sup> $\pm$ 1,65

\* Médias seguidas por letras distintas nas linhas, em relação aos tratamentos (1 e 2) para um mesmo atributo, diferem estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade ( $\alpha = 0,05$ ).

Através da análise sensorial foi possível obter o índice de aceitação dos chocolates produzidos por meio dos valores de escores médios calculados para cada atributo. Dentre os atributos analisados, apenas o atributo sabor apresentou diferença significativa a um nível de 5% de probabilidade. Os provadores avaliaram que o tratamento 2 (chocolate enriquecido com 40  $\mu$ L) possuiu melhor sabor, o que possivelmente pode estar associado a presença do mentol, que deixa o produto levemente refrescante e com sabor mentolado.

Os demais atributos foram bem avaliados pelos provadores, entretanto, estatisticamente não houve diferença significativa entre os chocolates enriquecidos com as duas concentrações de óleo essencial de *Mentha arvensis* (20  $\mu$ l e 40  $\mu$ l). Vale ressaltar que o atributo de impressão global aponta que os chocolates estão dentro da faixa de aceitação (escala hedônica de notas) dos parâmetros analisados pelos provadores.

Em relação ao teste de intenção de compra realizado nesse estudo (tabela 5), teve como objetivo não apenas apontar qual das amostras teve maior aceitação como também abordar as atitudes dos consumidores frente aos produtos.

Tabela 5: Intenção de compra dos chocolates produzidos (Tratamento 1- chocolate com 20  $\mu$ L de óleo essencial e Tratamento 2- chocolate com 40  $\mu$ L de óleo essencial). Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Variável	Tratamentos	
	1	2
<b>Intenção de compra</b>	3,33 <sup>a</sup> $\pm$ 1,05	4,02 <sup>b</sup> $\pm$ 1,09

\* Médias seguidas por letras distintas nas linhas, em relação aos tratamentos (1 e 2) para a variável intenção de compra, diferem estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade ( $\alpha = 0,05$ )

Os dados desta análise demonstraram que os provadores afirmaram que possivelmente comprariam o chocolate com 40  $\mu$ l de óleo essencial de *Mentha arvensis*, entretanto, o chocolate com 20  $\mu$ l de óleo essencial não promoveu uma experiência sensorial intensa, deixando os provadores em dúvida se compraria esse produto. Estatisticamente os resultados apontam para uma diferença significativa entre as amostras a um nível de probabilidade de 5%.

Os resultados das análises sensoriais apontam que os consumidores buscam por produtos diferenciados e associado a isso tendem a associar o alimento com ao bem-estar e saudabilidade, o que tem provocado um crescimento no mercado de chocolates enriquecidos com matrizes vegetais (Moda, Boteon & Ribeiro, 2019).

## 4 CONCLUSÃO

As formulações de chocolate de 70% com adição do óleo essencial de *Mentha arvensis* e o controle, apresentaram percentual desejável com a legislação para os teores de umidade, cinzas e

lipídeos. Em relação ao teor proteico houve um aumento significativo que poderá ser investigado posteriormente em futuros trabalhos.

Os chocolates elaborados quando analisados microbiologicamente, apresentaram padrões de qualidade dentro do recomendado pela legislação vigente. A caracterização química do óleo essencial de *Mentha arvensis* por FTIR e por cromatografia gasosa, apontou a presença de grupos funcionais distintos e a presença majoritária do mentol. O FTIR realizados nos chocolates demonstrou a presença de grupos funcionais, principalmente constituintes fenólicos o que condiz com os resultados encontrados através da identificação de um maior teor de compostos fenólicos encontrados nas amostras enriquecidas com o óleo essencial.

Verificou-se no teste sensorial de aceitação que as formulações de chocolate de com adição de óleo essencial foram bem avaliadas para todos os atributos, sendo que no teste de indicação de compra o chocolate com maior concentração de óleo essencial foi o mais apreciado pelos provadores.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio das Instituições envolvidas neste trabalho; Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano, Campus de Uruçuca- BA, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.

#### REFERÊNCIAS

Afoakwa, E. O., Paterson, A. & Fowler, M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate: e a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 290–298, 2007.

Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M. & Vieira, J. Characterization of melting properties in dark chocolates from varying particle size distribution and composition using differential scanning calorimetry. *Food Research International*, 41, 751–757, 2008.

Amaral, R. G. Avaliação da atividade antitumoral do óleo essencial da *Mentha vilosa* (Lamiaceae). Dissertação de mestrado em Ciências Fisiológicas) da Universidade Federal de Sergipe, p.91, 2014.

Barbosa, L. C. d. A. Espectroscopia no Infravermelho (1st ed.). Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422012000600018>.

Batista, N. N., Andrade, D. P., Ramos, C. L., Dias, R. D. & Schwan, R. F. Antioxidant capacity of cocoa beans and chocolate assessed by FTIR. *Food Research International*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.028>

Botelho, P. B., Galasso, M., Dias, V., Mandrioli, Lobato, L. P., Rodriguez-Estrada, M. T. & Castro, I. A. Oxidative stability of functional phytosterol-enriched dark chocolate. *LWT- Food Science and Technology*, 55, 444-451, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.002>

Brasil. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001.

Brasil. Leis, Decretos, etc. Resolução número 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de julho de 1978. Seção I, parte 1, p. 11499-11527. Aprova Normas Técnicas Especiais do Estado de São Paulo, Reativas a Alimentos (e Bebidas). Corrigidas pelo Comunicado número 37/80 da Divisão Nacional de Normas e Vigilância Sanitária de Alimentos.

Dimick, P. S. & Hoskin, J. M. Chemico-physical Aspects of Chocolate Processing – A Review. *Journal of Canadian Institute of Food Science and Technology*, 14, 269-282, 1981.

Fowler, M. S. Cocoa beans: From tree to factory. In: S.T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use*. p. 137-152, 2009. Oxford: Blackwell Publishing

Hinne, M., de Walle, D. V., Abotsi, J. H. E. E., Winne, A. D., Saputro, A. D., Messens, K., Durme, J. V., Afoakwa, E. O., Cooman, L. D. & Dewettinck, K. Applicability of the melanger for chocolate refining and Stephan mixer for conching as small-scale alternative chocolate production techniques. *Journal of Food Engineering*, 253, 59-71, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.02.016>

Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

Ibrić, A & Cavar, S. Phenolic compounds and antioxidant activity of cocoa and chocolate products. *Bulletin of the chemists and technologists of Bosnia and Herzegovina*, 37-40, 2014.

Komes, D., Belscak, C. A., Skrabal S., Vojvodic, A. & Busic, A. The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT- Food Science and Technology*, 53, 360-369, 2013.

Kummar, P., Mishra, S., Malik, A. & Satya, S. Insecticidal properties of *Mentha* species. A review. *Industrial crops and products*, 34, 802-817, 2011.

Moda, L. R., Boteon, M. & Ribeiro, R. G. Cenário econômico do mercado de cacau e chocolate: oportunidades para a cacauicultura brasileira. *Brazilian Journal of Development*, 5, 21203- 21225, 2019. doi: 10.34117/bjdv5n10-281

NidhiPrakash, Yunus, M. Fourier transform infrared spectroscopy analysis of oil of menthaarvensis grown at sites varying with vehicular traffic loads in lucknow city, India. *International Journal of Environment*, 2, 16-25, 2013.

Paiva, D. L., Lampman, G. M. & Vyvuan, J. R. (2010). *Introduction to Spectroscopy*, 4th ed., Brooks/Cole, Pacific Grove, C.A.

Quast, L. B. Estudo do efeito da adição de gorduras alternativas na cristalização da manteiga de cacau. Tese (Doutorado em Engenharia Química). - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

Quiroz-Reyes, C. N. & Foglian, V. Design cocoa processing towards healthy cocoa products: The role of phenolics and melanoidins. *Journal of Functional Foods*, 45, 480-490, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.031>

Reis, N.S. Brito, A.R. Pacheco, C.S.V. Costa, L.C.B. Gross, E. Silva, T.P. Costa, A.R. Silva, E.G.P. Oliveira, R.A. Aguiar-Oliveira, E. Oliveira, J.R. & Franco, M. Improvement in menthol extraction of fresh leaves of *Mentha arvensis* by the application of multienzymatic extract of *Aspergillus niger*. *Chemical Engineering Communications*, 205, 387-397, 2018. <https://doi.org/10.1080/00986445.2018.1494580>

Sant'ana, C. S, Pereira, I. O., Ferreira, A. C.R., Silva, A. V. & Santos, L. S. Influência do período de colheita na qualidade de cacau da Indicação Geográfica Sul da Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 6, 8295-8306, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-221>

Silva, N., Junqueira, V. C. A., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Gomes, R. A. R. & Okazaki, M. M. *Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos e água*. Editora Edgar Blucher, 5<sup>o</sup> ed., 2017.

Silverstein, R. M., Webster, F. X., & Kiemle, D. J. *Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos* (7th ed.). Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científico, 2006.

Skoog, D. A.; Holler, F. J.; Nieman, T. A. *Princípios de Análise Instrumental*. 5<sup>a</sup> edição. Porto Alegre: Bookman, 2002. 836 p.

Stephanie, A. S., Yvonne, V. Y. & Janet, C. Tou chocolate and chocolate constituents influence bone health and osteoporosis risk. *Nutrition*, 65, 74-84, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.02.011>

Tiwari, P. Recent advances and challenges in trichome research and essential oil biosynthesis in *Mentha arvensis* L. *Industrial Crops and Products*, 82, 141-148, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.069>

Torres-Moreno, M., Torrescasana, E., Salas-Salvadó, J., & Blanch, C. Nutritional composition and fatty acids profile in cocoa beans and chocolates with different geographical origin and processing conditions. *Food Chemistry*, 166, 125–132, 2015.

<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.141>.

Torres-Moreno, M., Torrecasana, E., Salas-Salvadó, J. & Blanch, C. Nutritional composition and fatty acids profile in cocoa beans and chocolates with different geographical origin and processing conditions. *Food Chemistry*, 166, 125–132, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.141>.

Vásquez, R., Henríquez, G., López, J. V., Penott-Chang, E. K., Sandoval, A. J. & Müller, A. J. The effect of composition on the rheological behavior of commercial chocolates. *LWT - Food Science and Technology*, 111, 744-750, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.101>

Warren, F.J., Gidley, M.J. & Flanagan, B. Infrared spectroscopy as a tool to characterise starch ordered structure- a joint FTIR-ATR, NMR, XRD and DSC study. *Carbohydrate Polymers*, 139, 35-42, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.11.066>