



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

JOELAINE DE JESUS SANTANA

**ESTUDO DO PERFIL SENSORIAL E PERFIL DE VOLÁTEIS
EM CACAU FINO PARA PRODUÇÃO DE
CHOCOLATES DE ORIGEM**

UFBA

SALVADOR

2023



JOELAINE DE JESUS SANTANA

**ESTUDO DO PERFIL SENSORIAL E PERFIL DE VOLÁTEIS
EM CACAU FINO PARA PRODUÇÃO DE
CHOCOLATES DE ORIGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PGAli) da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Prof. Dr. Sergio Eduardo Soares

Orientador

Prof. Dr. Ligia Regina Radomille de Santana

Coorientadora

SALVADOR

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

JOELAINE DE JESUS SANTANA

Análise Sensorial e Perfil de Voláteis de Chocolates Produzidos a Partir de Amostras com Potencial para Cacau Fino

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 31 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Dr. SERGIO EDUARDO SOARES (ORIENTADOR)
Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Dr^a. ADRIANA CRISTINA REIS FERREIRA (EXAMINADORA)
Gerente de Qualidade (Centro de Inovação do Cacau - CIC, BA)

Dr^a. MARIA EUGÊNIA DE OLIVEIRA MAMEDE (EXAMINADORA)
Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Santana, Joelaine de Jesus.

Estudo do perfil sensorial e perfil de voláteis em cacau fino para produção de chocolates de origem / Joelaine de Jesus Santana. - 2023.

65 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Eduardo Soares.

Coorientadora: Profa. Dra. Lígia Regina Radomille de Santana.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador, 2023.

1. Cacau - Bahia. 2. Cacau - Avaliação sensorial - Bahia. 3. Cacau - Análise - Bahia. 4. Chocolate - Processamento. 5. Compostos voláteis. I. Soares, Sérgio Eduardo. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia III. Título

CDD - 633.74098142

CDU - 633.74(813.8)

Dedico este trabalho,

*À minha mãe, ao meu pai a toda minha família, amigos e as
pessoas que fizeram parte dessa caminhada.*

Meus agradecimentos,

A Deus, por me manter firme e persistente para alcançar com êxito o meu propósito.

Aos meus pais, Edineusa e João, minha irmã Joice, por todo apoio, conselhos, amor e cuidado.

Ao meu amor, Luís Carlos, pelo incentivo, carinho e por toda ajuda, inclusive no laboratório, não tenho palavras suficientes para agradecer.

Aos meus amigos queridos que me acolheram em Salvador com estadia e conforto durante esta caminhada: Thamiris (minha best), Luis Guilherme e Keila Gabriely.

Aos meus colegas e amigos que fiz durante a caminhada no laboratório, principalmente do LAPAC.

Às minhas amigas: Tamires que me ajudou incansavelmente em todo processo de produção dos chocolates, não tenho palavras para agradecer; Manuela que colaborou com minhas análises e sempre estava disposta a sanar minhas dúvidas; Lorena, minha IC, sempre prestativa e Janaína responsável pelo primeiro contato que tive dentro do laboratório.

Aos técnicos que atuam na Faculdade de Farmácia: Leonardo, Mira, Jaff e aos demais, agradeço pelos conselhos, ajuda nos momentos de sufoco e ensinamentos.

Ao professor Dr. Sérgio Eduardo Soares, meu orientador, obrigada pela oportunidade, seus ensinamentos e compreensão ao longo dessa caminhada.

À professora Dr. Lígia Radomille, minha co-orientadora, pelos ensinamentos, auxílio e disponibilidade sempre que necessário e pela enorme dedicação a mim concedida.

À Faculdade de Farmácia da UFBA, pela oportunidade do Mestrado em Ciência de Alimentos e por manter firme o propósito de uma Universidade pública e de qualidade.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse sonho.

RESUMO

A qualidade das amêndoas de cacau envolve critérios bastante complexos que têm como componentes as características físicas das amêndoas: cor, tamanho, peso, espessura da casca, teor de gordura e qualidade intrínseca. Os produtos de qualidade ligados à origem, como é o caso do cacau fino, possuem uma reputação e uma qualidade essencialmente relacionada a esta origem que representa, ao mesmo tempo, um patrimônio a preservar e um potencial de diferenciação sobre o mercado. O presente estudo objetivou, por meio da análise sensorial descritiva quantitativa, teste de consumidor e a identificação de compostos voláteis, verificar o potencial do cacau fino para a produção de chocolates de origem com amêndoas selecionadas em municípios do estado da Bahia, e sua utilização para produzir chocolates de alta qualidade. Os resultados da ADQ® foram analisados usando Análise Univariada da Variância (ANOVA), e Teste de Tukey para verificar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras, segundo cada atributo. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada usando uma matriz de covariância. O método de regressão por mínimos quadrados parciais (Partial Least Squares - PLS) foi aplicado aos dados da ADQ®, tendo como variável dependente a aceitação global, a fim de obter direcionadores de preferência. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software XLSTAT® 2021 (Adinsoft, Paris, França) a um nível de significância de 5% para a análise sensorial e MetaboAnalyst 5.0 para os compostos voláteis. De acordo com os resultados obtidos, os chocolates produzidos com as amostras de cacau dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus se destacarão em relação aos outros chocolates, no que tange ao objetivo do estudo para a produção de chocolates com alto teor de cacau e de origem. Ao passo que, o chocolate de Camacan, Uruçuca e Floresta Azul, obtiveram menor aceitação entre os consumidores, para as características mais desejadas em chocolates com alto teor de cacau. O perfil volátil dos chocolates do sul da Bahia foi caracterizado por 8 grupos de compostos: Ácidos, Álcoois, Alcaloide, Aldeído, Cetonas, Ésteres, Monoterpenos e Pirazinas, predominando de modo geral os ésteres sendo o fenilacetato de etila um dos ésteres desejável encontrado. Os demais grupos prevalentes foram dos monoterpenos, os álcoois e aldeídos. As análises de PCA demonstraram que o perfil dos compostos voláteis corroboraram com os resultados obtidos no mapa de calor.

Palavras-chave: Cacau fino. Perfil sensorial descritivo. Compostos voláteis.

ABSTRACT

The quality of cocoa beans involves very complex criteria that have as components the physical characteristics of the beans: color, size, weight, shell thickness, fat content and intrinsic quality. Quality products linked to origin, such as fine cocoa, have a reputation and quality essentially related to this origin that represents, at the same time, a heritage to be preserved and a potential for differentiation on the market. The present study aimed, through quantitative descriptive sensory analysis, consumer testing and the identification of volatile compounds, to verify the potential for the production of fine cocoa from selected almonds in municipalities in the State of Bahia, and its use to produce high quality chocolates. . The ADQ® results were analyzed using Univariate Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's Test to verify significant differences ($p < 0.05$) between the samples, according to each attribute. Principal Component Analysis (PCA) was applied using a covariance matrix. The partial least squares (PLS) regression method was applied to ADQ® data, with global acceptance as the dependent variable, in order to obtain preference drivers. Statistical analyzes were performed using the software XLSTAT® 2021 (Adinsoft, Paris, France) at a significance level of 5% for sensory analysis and MetaboAnalyst 5.0 for volatile compounds. According to the results obtained, it is possible to infer that chocolates produced with cocoa samples from the municipalities of Jaguaquara and Ilhéus have the potential to produce chocolates with a high cocoa content and origin. Cocoa from Camacan, Uruçuca and Floresta Azul received less acceptance among consumers, demonstrating that those with GIs recognized for the most desired characteristics in chocolates with a high cocoa content are not the best. The volatile profile of chocolates from southern Bahia was characterized by 8 groups of compounds: Acids, Alcohols, Alkaloids, Aldehydes, Ketones, Esters, Monoterpenes and Pyrazines, with esters generally predominating, with ethyl phenylacetate being one of the desirable esters found. The other prevalent groups were monoterpenes, alcohols and aldehydes. PCA analyzes demonstrated that the profile of volatile compounds corroborated the results obtained in the heat map.

Keywords: *Fine cocoa. Descriptive sensory profile. Volatile compounds.*

LISTA DE FIGURAS

<i>CAPÍTULO I.....</i>	12
Figura 1 As variedades de cacau: Trinitário, Criollo (semente oval), Forastero (semente achatada)	16
Figura 2 Ilustração de árvore de cacau (a), amêndoas com polpa (b), amêndoas secas (c).....	22
Figura 3 Processamento do Cacau.....	23
Figura 4 Novo mapa dos países produtores de cacau fino.....	25
Figura 5 Processamento do Chocolate.....	26
Figura 6 Processo de conchagem do chocolate.....	25
 <i>CAPÍTULO II.....</i>	 29
Figura 1 Perfil sensorial das amostras de chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.....	46
Figura 2 Projeção bidimensional da análise multivariada dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil e os termos descritores da ADQ	48
Figura 3 Partial Least Square dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.....	49
Figura 4 Análise multivariada dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil.....	52
Figura 5 Mapa de calor agrupado dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil (colunas) em relação aos seus escores sensoriais por composto (linhas).	60
Figura 6 Projeção bidimensional da análise multivariada dos compostos voláteis dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil e os termos descritores da ADQ.....	

LISTA DE TABELAS

<i>CAPÍTULO I.....</i>	08
Tabela 1 Principais compostos voláteis no cacau.....	28
 <i>CAPÍTULO II.....</i>	 29
Tabela 1 Termos descritivos e materiais de referência das amostras de chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.....	41
Tabela 2 Valores de p de $F_{amostras}$ da análise de variância para cada provador, por parâmetro.....	44
Tabela 3 Valores de p de $F_{repetições}$ da análise de variância para cada provador, por parâmetro.....	45
Tabela 4 Valores médios dos descritores sensoriais que caracterizam as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil, obtidos por provadores treinados usando ADQ®.....	47
Tabela 5 Coeficientes de correlação entre as médias dos atributos sensoriais obtidos na ADQ® dos chocolates provenientes de diferentes municípios do sul da Bahia, Brasil.....	50
Tabela 6 Médias do teste de aceitação, por consumidores (n=112), para as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.....	51
Tabela 7 Composição relativa (%) média dos COVs identificados nas diferentes amostras de chocolate.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABICAB	Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas
ACP	Análise de Componentes Principais
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CG	Cromatografia Gasosa
EM	Espectrometria de Massa
ICCO	Organização Internacional do Cacau
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SUMÁRIO

<i>CAPÍTULO I – Estudo do perfil sensorial e de voláteis em cacau fino para produção de chocolates de origem</i>		12
1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	O CACAU – ASPECTOS GERAIS	16
3.2	PRÉ-PROCESSAMENTO DO CACAU	17
3.2.1	Colheita	18
3.2.2	Quebra	18
3.2.3	Fermentação	19
3.2.4	Secagem	19
3.3	CACAU FINO	20
3.4	O CHOCOLATE – ASPECTOS GERAIS	21
3.5	PROCESSAMENTO DO CHOCOLATE	22
3.5.1	Limpeza	23
3.5.2	Torrção	23
3.5.3	Moagem	24
3.5.4	Mistura dos Ingredientes	24
3.5.5	Refinação	24
3.5.6	Conchagem	24
3.5.7	Temperagem	25
3.5.8	Moldagem/Embalagem/Armazenamento	26
3.6	ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ®)	26
3.7	TESTE DE ACEITAÇÃO	26
3.8	ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS	27
	REFERÊNCIAS	31
<i>CAPÍTULO II – Perfil sensorial descritivo quantitativo e análise de voláteis de chocolates produzidos com potencial para cacau fino na Bahia</i>		35

Capítulo I

Estudo do perfil sensorial e de voláteis em cacau fino para produção de chocolates de origem.

1 INTRODUÇÃO

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta pertencente à família Malvaceae, provavelmente originada da Bacia Amazônica e cultivada nas regiões tropicais do mundo. O interesse de cultivo desta espécie está no aproveitamento de suas sementes (amêndoas) para produção de manteiga de cacau e chocolate (ALVES, 2002).

A qualidade das amêndoas de cacau envolve critérios bastante complexos que têm como componentes as características físicas das amêndoas: cor, tamanho, peso, espessura da casca, teor de gordura e qualidade intrínseca. As características sensoriais que são determinadas pelo flavor, que está relacionado a um conjunto de fatores como o genótipo, clima e solo, e as técnicas de manejo e pós-colheita adotadas. E pode envolver também atributos sanitários, ambientais entre outros. A relação de todos estes fatores garante ao produto final um padrão e uma identidade próprios (FERREIRA, 2017). As características genéticas do cacau e as operações de processamento do chocolate, como moagem do cacau, conchagem e temperagem, influenciam diretamente na qualidade final do produto (LEITE, 2012).

A história da lavoura cacauieira no Brasil é permeada por momentos de altos e baixos. O país que já foi o maior exportador de cacau, hoje figura na sétima posição no mercado mundial, mas com perspectivas de aumentar sua participação, principalmente na venda de produtos com maior valor agregado, como chocolate fino (BRASIL, 2019). O Pará e a Bahia são, atualmente, os maiores produtores de cacau do país, respondendo por cerca de 95% da produção nacional. Destacam-se, também, os estados do Espírito Santo e Rondônia, 3º e 4º maiores produtores nacionais (BRASIL, 2022).

A produção mundial anual de grãos de cacau é de aproximadamente 4,23 milhões de toneladas e os principais produtores são a Costa do Marfim, Gana, Indonésia, Nigéria, Equador, Camarões, Brasil e Malásia. Existem também alguns produtores menores, em particular de cacau "fino", que constituem menos de 5% do comércio mundial (AFOAKWA, 2016).

Os produtos de qualidade ligados à origem, como é o caso do cacau fino, possuem uma reputação e uma qualidade essencialmente relacionada a esta origem que representa, ao mesmo tempo, um patrimônio a preservar e um potencial de diferenciação sobre o mercado. Quando estas características específicas ligadas à origem são reconhecidas, podem ser valorizadas junto ao consumidor através de um selo ou uma designação referente à origem (SANTOS *et al.*, 2016). A expectativa é de que essa certificação, no Brasil, contribua para um novo ciclo na cadeia produtiva do cacau: produtores estimulados a oferecerem amêndoas de qualidade; interesse do mercado internacional pelo cacau produzido na Mata Atlântica e na Amazônia;

melhores preços pagos pelo produto; aumento da renda do produtor e da capacidade de modernizar sua produção; e aumento de produtividade do cacau. (BRAINER, 2021)

Parte dos produtores de chocolate localizados na região produtora de cacau da Bahia ainda não utiliza um tipo de cacau que permita a diferenciação e valorização do produto pela qualidade (ARAÚJO *et al.*, 2018). A análise do mercado europeu de chocolate aponta para uma tendência de crescimento dos chocolates intensos. Para os chocolates com alto teor de cacau, há necessidade de cacau fino ou especial. Isto abre uma grande perspectiva para o cacau brasileiro, que possui amplas possibilidades de produção de cacau fino (SANTOS *et al.*, 2016).

O sabor e aroma únicos característicos do chocolate são resultados da combinação de compostos voláteis e não voláteis, determinados pelo potencial genético das variedades de grãos de cacau, pelos métodos aplicados durante processamento primário de fermentação e secagem e pelas condições aplicadas durante a torrefação e conchagem na fabricação de chocolate (AFOAWKA *et al.*, 2008; APROTOSOAIE; LUCA; MIRON, 2016).

Cabe ressaltar que, a avaliação sensorial é uma ferramenta científica poderosa aplicada para identificar diferenças em atributos sensoriais e avaliar a aceitabilidade do produto. (BASTOS *et al.*, 2019). Sendo assim, o presente estudo objetivou por meio da análise sensorial descritiva quantitativa, teste de consumidor e a identificação de compostos voláteis, verificar o potencial para a produção de cacau fino de amêndoas selecionadas em municípios do Estado da Bahia, e sua utilização para produzir chocolates de alta qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- ✓ Estabelecer critérios sensoriais e químicos padronizados que permitam avaliar as características de qualidade dos chocolates de origem produzidos a partir de amostras de cacau com do tipo fino.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Confeccionar os chocolates utilizando as amostras de cacau selecionadas em Municípios do Estado da Bahia, com potencial para cacau fino;
- ✓ Caracterizar sensorialmente as amostras de chocolate através de Análise Descritiva Quantitativa - ADQ;
- ✓ Realizar teste de aceitação dos chocolates obtidos;
- ✓ Realizar análise dos compostos voláteis dos chocolates;
- ✓ Obter PCA com os resultados da avaliação sensorial e dos compostos voláteis das amostras.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O CACAU – ASPECTOS GERAIS

O cacau é um fruto bastante popular, pois a partir de suas sementes é obtido um dos alimentos mais conhecidos e apreciados: o chocolate. Seu sabor é condicionado não apenas aos atributos genéticos do cacaueiro (variedade), mas também às modificações que ocorrem durante seu beneficiamento (SCHIMIDT; EFRAIM, 2015). É geralmente uma árvore pequena, com 4–8 m de altura, embora quando sombreada por grandes árvores da floresta possa atingir até 10 m de altura. O caule é reto, a madeira é leve e a casca é fina, um tanto lisa e acastanhada. Os frutos (vagens) atingem até 15–25 cm de comprimento. O fruto ou vagem maduro consiste em uma casca comparativamente espessa contendo entre 30 e 50 sementes embebidas em uma polpa mucilaginosa espessa (AFOAKWA, 2016).

Figura 1 - As variedades de cacau: Trinitário, Criollo (semente oval), Forastero (semente achatada).



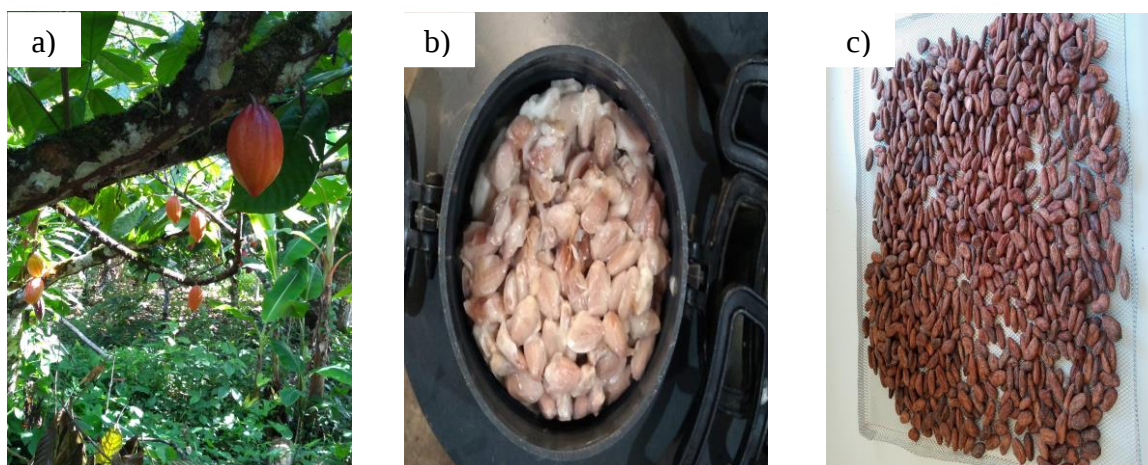
Fonte: Google Imagens, 2023.

Conforme a Figura 1, o cacau é classificado sob três variedades: Criollo, Forastero e Trinitário, a maioria do cacau comercializado mundialmente é tipo Forastero; o tipo Trinitário resulta da hibridização entre Forastero e Criollo. As variedades Trinitário e Criollo produzem um chocolate considerado de qualidade excelente e suave aroma e sabor (BECKETT, 2009).

O cacau é um produto singular, pois possui uma forma bem característica de produção. Na Bahia, por ser cultivado a sombra das árvores da Mata Atlântica, possui um rico conhecimento ou vocação etno-botânico e cultural associado à sua produção. Inicialmente, as variedades de cacau introduzidas na Bahia foram originárias do baixo Amazonas, do grupo Forastero, conhecidas como cacau comum ou Bulk (Pará/Parazinho e Maranhão). Estas variedades foram multiplicadas e selecionadas de forma massiva pelos produtores locais por quase dois séculos no Sul da Bahia (MONTEIRO; AHNERT, 2012).

Na Figura 2, é possível observar a árvore do cacau, amêndoas de cacau com polpa e as amêndoas secas, respectivamente. Para a obtenção de produtos derivados de cacau, as sementes, após colheita e quebra dos frutos, são submetidas a várias etapas: fermentação, secagem, torração, moagem das amêndoas inteiras ou dos *nibs* (fragmentos das amêndoas de cacau isentos de casca e gérmen) para a obtenção da massa de cacau, moagem fina para obtenção do *liquor* de cacau, e prensagem do *liquor* para a obtenção da manteiga de cacau e da torta. As etapas que correspondem ao processamento do chocolate a partir de *liquor* e manteiga de cacau são, basicamente, mistura, refino, conchagem, temperagem, resfriamento e moldagem/recobrimento (EFRAIM *et al.*, 2011).

Figura 2 - Ilustração de árvore de cacau (a), amêndoas com polpa (b), amêndoas secas (c)

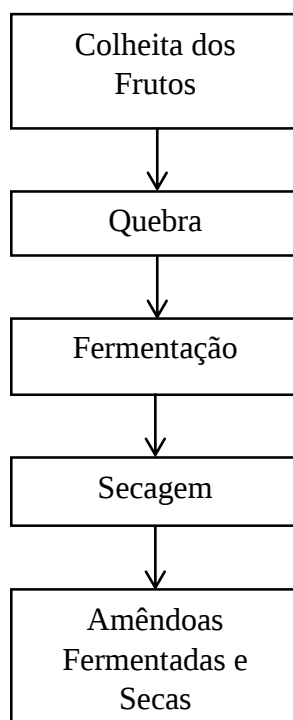


Fonte: A autora

3.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DO CACAU

Dentro da cadeia produtiva, que se estende desde a produção do cacau até o principal produto dele obtido, o chocolate, pode-se dividir o processamento em três grandes fases: Fase 1: Pré-processamento do cacau; Fase 2: Processamento do cacau (Figura 3); Fase 3: Processamento do chocolate (SCHMIDT; EFRAIM, 2015).

Figura 3 - Processamento do Cacau



Fonte: A Autora

3.2.1 Colheita

A colheita do cacau é a fase inicial no beneficiamento. Deve ser bem planejada de acordo com a maturação dos frutos na roça, tendo o cuidado de ser repetida a cada 10, 15 ou no máximo 21 dias, durante a safra. Cada variedade de cacau tem seu grau certo de maturação, a depender da variedade apresentará uma coloração da casca diferenciada. A identificação deste padrão é um trabalho rigoroso e exige treinamento com a equipe responsável, que deve conhecer muito bem as variedades usadas na propriedade para a produção do cacau de qualidade (FERREIRA, 2017; CRUZ, 2012).

Devido às chuvas abundantes, o cacau é produzido cerca de nove meses por ano, e a temporada de produção é dividida em dois períodos de colheita: o período principal de novembro a fevereiro e o período secundário (conhecido localmente como temporão) de maio a setembro (SANTOS *et al.*, 2015).

3.2.2 Quebra

Após a colheita, os frutos devem ser quebrados e deles retiradas as sementes com a polpa aderida, que serão submetidas à fermentação. Ao quebrar o fruto, encontra-se as sementes envolvidas numa polpa branca e açucarada, essas são removidas e acondicionadas em

recipientes, de preferência estanques (local vedado), prezando pela conservação da polpa, devido a seu importante papel no processo de fermentação. O período entre a quebra e o início da fermentação não deve ser superior a 24 horas para que não ocorram reações químicas indesejáveis. Sementes provenientes de quebras em dias diferentes não devem ser fermentadas juntas, pois isso conduz a uma fermentação desigual. Além disso, é preciso estar atento à profundidade do corte, evitando danificar as sementes, pois desta forma dará início ao processo fermentativo antes mesmo de estar nos cochos, comprometendo a qualidade das amêndoas (EFRAIM, 2004; VERISSÍMO, 2012; CRUZ, 2012).

3.2.3 Fermentação

As fases da fermentação são acompanhadas de elevação de temperatura (reações exotérmicas), mudança de pH, secreção de exudados, queda da concentração de açúcares e pela remoção de enzimas dos compartimentos intracelulares (MARTINS, 2007).

As leveduras apresentam papel fundamental como iniciadoras do processo de fermentação espontânea do cacau. São responsáveis pela degradação do ácido cítrico na polpa, levando a um aumento do pH de 3,5 para 4,2, permitindo o crescimento de bactérias; pela produção de etanol sob condições de baixo teor de oxigênio e alto teor de açúcar, consumido oxidativamente; pela produção de ácidos orgânicos (oxálico, fosfórico, succínico, málico e acético), que penetram e matam o embrião da semente e pela produção de alguns compostos orgânicos voláteis, que podem contribuir como precursores dos compostos formadores do flavour do chocolate (SILVA *et al.*, 2022).

No Sul da Bahia, a fermentação ocorre em caixas de madeira (cochos de fermentação), durante 6-8 dias onde o cacau é revolvido de 12 em 12 horas a partir do segundo dia de fermentação (MOREIRA, 2013).

3.2.4 Secagem

Concluído o processo fermentativo, deve-se iniciar imediatamente a operação de secagem, a fim de reduzir a umidade das amêndoas de 40 a 50% para 6 a 8%, inibindo reações bioquímicas indesejáveis e impedindo o crescimento de microrganismos também indesejáveis. Durante o processo de secagem e dependendo das condições do ambiente, como em períodos com ausência de sol e chuvas contínuas, por exemplo, a velocidade de perda da umidade das amêndoas é lenta, favorecendo o desenvolvimento microbiano, totalmente indesejável nessa etapa (BECKER, 1994)

Deve-se destacar que o processo de fermentação é necessário e determina a qualidade final das amêndoas e, por conseguinte, a qualidade final dos chocolates e derivados. O processo de secagem pode ser realizado através de duas técnicas básicas: a natural e a artificial. Geralmente, a secagem natural é preferida por proporcionar um sabor de chocolate mais pronunciado; a secagem artificial pode gerar sabores estranhos (SODRÉ, 2017).

Segundo Afoawka (2008), a secagem reduz os níveis de acidez e adstringência nos *nibs* de cacau, diminuindo os ácidos voláteis e os polifenóis totais. Quanto mais rápida a secagem, conforme geralmente ocorre em secadores nos quais as temperaturas alcançadas são superiores a 40°C, maior é a acidez final das amêndoas, pela dificuldade em eliminar o ácido acético (SCHMIDT; EFRAIM, 2015). O desenvolvimento do sabor dos precursores dos grãos de cacau continuam durante a secagem com o desenvolvimento de uma cor marrom característica. As principais reações de oxidação de polifenóis são catalisadas por polifenol oxidases, dando origem a novos componentes de sabor e perda da integridade da membrana, induzindo a formação de cor marrom. O uso de secagem artificial pode aumentar as temperaturas dos cotilédones (AFOAKWA, 2008), produzindo efeitos negativos na qualidade do sabor das amêndoas.

3.3 CACAU FINO

O cacau fino ou de aroma recebe cuidados especiais na seleção e cultivo dos cacaueiros, colheita, fermentação e secagem dos frutos, para que seus sabores e aromas se desenvolvam plenamente. Sabor naturalmente adocicado, com predominância de aromas frutais e cítricos (SANTOS *et al.*, 2016). Segundo a ICCO (2018), a definição de cacau fino ou flavor permanece controversa, pois não há um único critério universalmente aceito que possa ser adotado como base para determinar se o cacau de uma determinada origem deve ou não ser classificado como fino ou flavor. Normalmente, uma combinação de critérios é usada para avaliar a qualidade do cacau fino ou flavor. Os pontos são concedidos ou subtraídos pelos avaliadores de qualidade, dependendo da condição dos grãos de cacau em relação aos critérios acima. Entretanto, a mensuração de alguns desses critérios é subjetiva e não estabelece objetivamente que o cacau em questão possui as características de cacau fino ou de sabor.

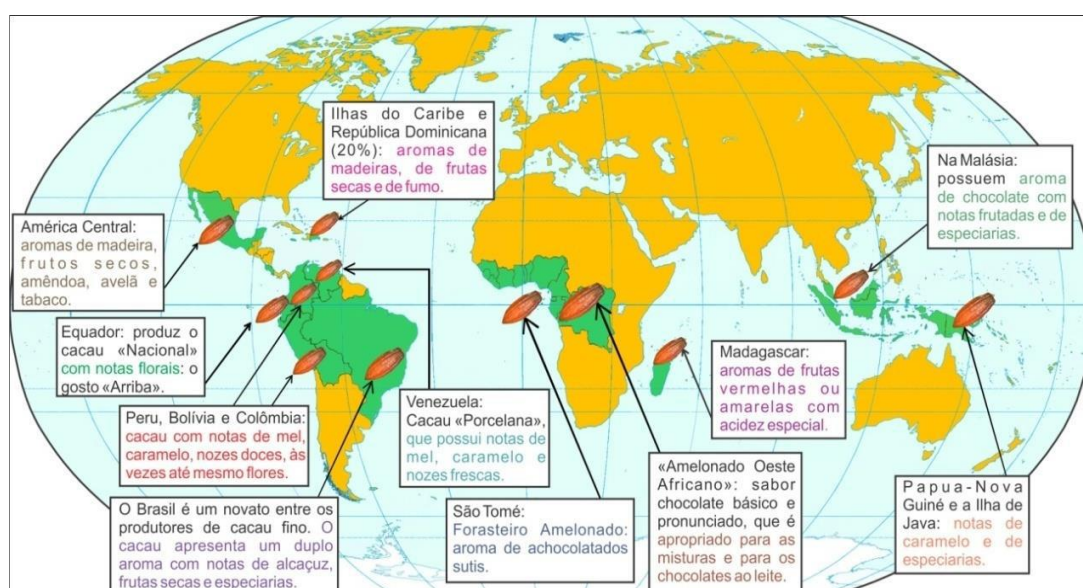
A partir do momento em que os consumidores passaram a exigir mais cacau e menos açúcar na composição do chocolate, os aromas do cacau corrente se tornaram insuficientes e o cacau fino tornou-se cada vez mais procurado e valorizado. Aparece assim uma demanda por cacau de origem, onde a oferta é inferior a demanda, o que criou uma situação de concorrência

entre os compradores e gerou uma espécie de rastreamento em lotes de cacau (SANTOS *et al.*, 2016).

Segundo Barel (2006), os principais produtores mundiais de cacau fino são o Equador, com sua variedade Nacional (30% da produção do país) caracterizado por suas notas florais: o famoso aroma “Arriba”. A Venezuela, das suas oito regiões, duas são produtores de cacau fino, Porto Cabello e Sur del Lago, com o cacau tipo Porcelana, cultivar oriundo do Criollo, típico dessa região, caracterizado por notas de mel, caramelo e nozes frescas. As Ilhas do Caribe e 20% da República Dominicana produzem cacaos finos, com aromas de madeira, frutas secas e fumo. A República Dominicana é, também, caracterizada pela produção de cacau não fermentado, popularmente conhecido como Sanchez e a produção de cacau orgânico.

Conforme pode ser visto na Figura 4, o Brasil é considerado um novato entre os produtores de cacau fino, mas com grande potencial para ampliar sua produção.

Figura 4 - Novo mapa dos países produtores de cacau fino.



Fonte: Santos *et al.*, 2016

3.4 O CHOCOLATE – ASPECTOS GERAIS

Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), massa (ou pasta ou *liquor*) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25% (g/100 g) de sólidos totais de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005).

O Brasil é um intermediário na cadeia de abastecimento do chocolate importando grãos de cacau para processamento interno e exportando produtos semiacabados (manteiga, gordura

e óleo de cacau, cacau em pó e pasta de cacau) (BRAINER, 2021). O *liquor*, a manteiga e o cacau em pó são os principais produtos utilizados na fabricação de chocolates e alimentos derivados de cacau (EFRAIM *et al.*, 2011). Estima-se que até 2023 a produção ultrapasse a marca de 303 mil toneladas. Conforme a Associação das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC), o Brasil exportou 28,8 mil toneladas de chocolates, em 2020, e cerca de 49,9 mil toneladas de derivados do cacau no mesmo ano (BRASIL, 2021).

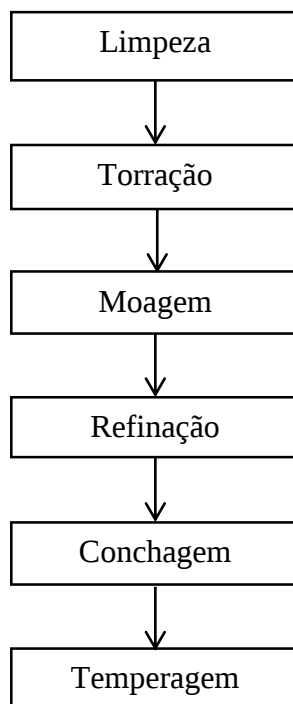
De acordo com Lanza *et al.* (2011), quando comemos chocolate, os centros de prazer do nosso cérebro são ativados. Uma qualidade típica do chocolate é seu ponto de fusão; é sólido à temperatura ambiente mas derrete-se na boca e dissolve-se na saliva permitindo uma avaliação final clara da sua textura.

O sabor do chocolate não existe naturalmente nos grãos de cacau, sendo ele o resultado de uma série de reações, que ocorrem desde o tratamento pós-colheita do fruto (fermentação e secagem) até durante o processo de fabricação do chocolate (MARTINS, 2007). Um chocolate de boa qualidade deve possuir uma superfície dura e quebradiça (*snap*), com bom brilho, na temperatura de 20 a 25°C. O chocolate deve fundir rápido e completamente na boca, proporcionando rápido desprendimento de aromas. Não deve apresentar sabor residual ceroso e nem sensação de areosidade (LUCCAS, 2001).

3.5 PROCESSAMENTO DO CHOCOLATE

O processamento do chocolate inicia com o tratamento das amêndoas de cacau, que abrange a limpeza dos grãos fermentados e secos. Em seguida, as amêndoas são submetidas às etapas do processamento do chocolate, conforme pode ser verificado na Figura 5.

Figura 5 - Processamento do chocolate



Fonte: A Autora

3.5.1 Limpeza

A remoção de sujidades mais grossas ocorre na etapa de limpeza. Após fermentadas e secas, as amêndoas são limpas, havendo retirada de todos os materiais estranhos, como pedras, cordas, moedas, pedaços de madeira, partículas do solo e unhas. Na obtenção do “nibs” – amêndoas descascadas e trituradas em tamanho uniforme, realiza-se a peneiração, alcançando assim uma melhor qualidade (AFOAKWA, 2010).

3.5.2 Torração

As reações químicas envolvidas no processo de torração são afetadas pelos parâmetros de tempo e temperatura, e fatores como pH, umidade e lipídios totais, bem como a presença, o tipo e os teores de compostos aromáticos, açúcares redutores e aminoácidos livres (EFRAIM *et al.*, 2011). As reações de *Maillard* na torrefação convertem os precursores de sabor formados durante a fermentação em duas classes principais de componentes ativos de sabor: pirazinas e aldeídos (AFOAWKA, 2008). A torrefação excessiva (acima de 160 °C) causa o desenvolvimento de gosto de queimado, bem como sabores estranhos (APROTOSOAIE; LUCA; MIRON, 2015).

3.5.3 Moagem

A etapa que se segue à torrefação é a trituração. Esta permite a separação da casca por peneiragem, ventilação e sucção. As amêndoas manufaturadas (torradas e trituradas) passam por uma moagem e o produto, denominado massa de cacau – no estado pastoso também é chamado de *liquor* - será a matéria prima para a produção da manteiga de cacau, do cacau em pó (matéria-prima para os achocolatados) e do chocolate, conforme tratamento que receber. Ao passar por prensas hidráulicas, extrai-se boa parte da manteiga de cacau presente na massa. A torta restante dessa prensagem passa por moinhos que a pulverizam e produzem o cacau em pó (OETTERER *et al.*, 2006).

3.5.4 Mistura dos Ingredientes

A aplicação de ingredientes durante a fabricação de chocolate é empregada com combinações de tempo e temperatura em misturadores contínuos ou em bateladas para obter consistência na formulação final do produto. Os ingredientes dependem do tipo de produto. Para o chocolate escuro (com alto teor de cacau), são adicionados à massa de cacau, açúcar, manteiga de cacau e emulsificante, enquanto para o chocolate ao leite ainda acrescenta-se leite em pó. Já para o chocolate branco, os ingredientes são açúcar, leite em pó e manteiga de cacau. Normalmente, os ingredientes são homogeneizados por 12 a 15 minutos, à temperatura entre 40 e 50 °C. Ainda, pode-se realizar mistura contínua, usando amassadeiras automáticas, produzindo uma consistência plástica (AFOAKWA, 2010).

3.5.5 Refinação

A etapa de refino é de grande importância no processamento do chocolate, pois reduz o tamanho das partículas dos ingredientes, para menos de 12 µm, tornando-os imperceptíveis na boca durante a degustação do produto final. O refino, também, confere ao chocolate uma textura lisa típica. O teor de gordura influencia esta etapa, sendo que massas muito secas (com menores teores de gordura) são refinadas mais rapidamente, porém, apresentam tamanho de partículas mais elevado que o ideal. Por outro lado, um teor elevado de gordura faz com que a massa fique muito fluida, deslizando lentamente nos cilindros de refino (MARTINS, 2007; ASCRIZZI *et al.*, 2017).

3.5.6 Conchagem

A conchagem (Figura 6) constitui a última etapa de importância na formação do sabor característico do chocolate. Nesta fase, observa-se o aprimoramento do sabor do chocolate pelas

reações produzidas pela combinação dos derivados de cacau com os outros ingredientes que compõem a formulação: açúcar, leite e derivados, dentre outros. O envolvimento das partículas sólidas pela gordura da manteiga de cacau ou outras gorduras como as do leite, associados ao cisalhamento e movimentação da massa de chocolate contribuem para a textura do chocolate, importante característica do produto final desejado (EFRAIM *et al.*, 2009).

Figura 6 - Processo de conchagem do chocolate.



Fonte: A Autora

É um processo fundamental, pois, nesta fase, acontecem os últimos retoques ao sabor do chocolate. Durante o processo, se eliminam ácidos presentes no cacau e se refina os sabores da receita e da textura (SANTOS *et al.*, 2016). Embora nenhum novo odor-chave seja sintetizado durante a conchagem, os níveis de 2-fenil-5-metil-2-hexenal, furaneol e pirazinas ramificadas aumentam significativamente e formam odores-chave em chocolates ao leite e intensos, enquanto os aldeídos Strecker são perdidos por evaporação. Esses processos sugerem um papel importante da conchagem na fabricação do chocolate na determinação das características finais do sabor (AFOAKWA *et al.*, 2008).

3.5.7 Temperagem

Consiste em um sistema de controle de temperatura da massa de tal maneira que esta esquente e esfrie de modo uniforme. Neste processo são formados cristais de gordura os quais são importantes para solidificação (aumento do ponto de fusão do chocolate), aparência (aumento do brilho) e vida de prateleira do produto (MARTINS, 2007).

A temperagem é definida como um processo de cristalização controlada, que tem por objetivo induzir a formação de cristais estáveis, do tipo beta (β), na manteiga de cacau, de maior estabilidade termodinâmica, influenciando de forma positiva as características de qualidade do

produto final como dureza e quebra à temperatura ambiente (*snap*), rápido desprendimento de aroma e sabor na degustação (VERÍSSIMO, 2012; EFRAIM, 2009). A temperagem ou pré-cristalização do chocolate pode ser realizada manualmente ou em equipamentos denominados de temperadeiras (COHEN *et al.*, 2004).

3.5.8 Moldagem/Embalagem/Armazenamento

Após a temperagem do chocolate, a moldagem é realizada para, além de oferecer forma, dar um brilho ao chocolate temperado que é geralmente inserido em moldes de acrílico sob agitação para uniformizar e passa por um resfriador em temperatura em torno de 12 a 15°C (GRAY, 2009).

Nesta etapa acelera-se a multiplicação dos cristais VI, formando uma rede cristalina compacta e estável. A diferença de temperatura entre o túnel ou geladeira (8-10°C) e o ambiente de trabalho (20-22°C) não deve ser superior a 10°C, para evitar a condensação de umidade sobre o produto (TRENTO, 2018). Em seguida, os chocolates são desmoldados, embalados e armazenados em condições adequadas de temperatura (EFRAIM, 2009).

3.6 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ®)

A análise sensorial contempla testes descritivos (Análise Descritiva Quantitativa - ADQ), testes discriminativos (teste duo-trio, teste triangular, teste de ordenação) e testes afetivos como o teste de aceitação. O método escolhido para análise deve se basear na resposta que se deseja em relação à pergunta realizada (ROCHA, 2015).

O método da ADQ avalia todos os atributos sensoriais presentes no produto alimentício, quais sejam: aparência, aroma, sabor e textura. É um método descritivo quantitativo, que utiliza escalas não-estruturadas (9 em centímetros), ancoradas um pouco aquém dos extremos com termos que indicam a intensidade (mais baixa e mais alta) do atributo avaliado (DUTKCOSKY, 2019).

3.7 TESTE DE ACEITAÇÃO

A aceitação dos produtos é habitualmente determinada pela aplicação de escalas hedônicas, também conhecidas como escala de gostos e desgostos. A escala hedônica assume que a preferência do consumidor existe em uma continuidade e pode ser categorizada em gostos e desgostos (ALAMAR, 2019).

O teste de aceitação é um teste afetivo, ou seja, tem como objetivo principal avaliar a aceitação de um indivíduo para um produto específico. Nesse contexto, os métodos afetivos

oferecem, como uma de suas vantagens, a flexibilidade em relação ao local de execução, e para testes realizados com consumidores o local de realização pode ter interferência significativa nos resultados (ALVES, 2021). Além disso, os testes são ferramentas valiosas para as equipes de pesquisa e desenvolvimento, pois oferecem subsídios para tomadas de decisão, sendo necessário a utilização de fichas, elaboradas utilizando-se escala apropriada, diversas escalas são empregadas para realização dos testes de aceitação, sendo as mais adotadas as escalas hedônicas, a de atitude e a do ideal (O’SULLIVAN, 2017).

É comumente utilizado para comparar produtos concorrentes, desenvolvimento de novos produtos e melhoria da qualidade. E com isso, é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (STONE; SIDEL, 2004).

3.8 ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

Segundo Melo (2018), o estudo dos compostos voláteis do chocolate é uma área bem estabelecida, com aplicações no processo de torra e na diferenciação entre espécies botânicas e origem geográfica.

Os voláteis do cacau são derivados dos precursores do sabor gerados durante as etapas de fermentação e secagem. Cerca de 600 voláteis foram identificados no sabor do cacau, incluindo várias classes químicas, como aldeídos, cetonas, ésteres, álcoois, pirazinas, quinoxalinas, furanos, pironas, lactonas, pirróis e dicetopiperazinas, conforme a Tabela 1. Diferentes tipos de cacau podem apresentar sabores diversos e específicos, uma vez que a concentração e o caráter sensorial desses compostos variam significativamente (APROTOSOAIE; LUCA; MIRON, 2016).

Tabela 1 - Principais compostos voláteis no cacau.

COMPOSTO	QUALIDADE DO ODOR	PERCEPÇÃO SENSORIAL
ÁLCOOIS E FENÓIS		
1-Propanol	Doce	Chocolate, doce
2-metil-1-butanol	Frutado, uva	Frutado
2,3-Butanodiol	Manteiga de cacau	Chocolate doce
2-Pentanol	Verde, verde suave	Vegetal
1-Hexanol	Frutado, verde	Frutado, à base de plantas
2-Hexanol	Frutado, verde	Frutado, à base de plantas
Trans-3-hexen-1-ol	Gramado, verde	Vegetal
2-Heptanol	Citrus	Frutado
1-Feniletanol	Mel, floral	Floral
2-Feniletanol	Mel, floral	Floral
Álcool benzílico	Doce, floral	Floral
ALDEÍDOS E CETONAS		
2-Fenilacetaldeído	Mel, floral	Floral
2-metilpropanal	Chocolate	Chocolate doce
2-Fenilpropanal	Floral	Floral
2-metilbutanal	Chocolate	Chocolate doce
3-metilbutanal	Chocolate	Chocolate doce
2-fenil-2-butenal	Doce	Chocolate doce
4-metil-2-fenil-2-pentenal	Cacau	Chocolate doce
n-Hexanal	Verde	Herbal
5-Metil-2-fenil-2-hexenal	Cacau	Chocolate doce
2-Nonenal	Verde	Herbal
Vanilina	Chocolate, doce, baunilha	Chocolate doce
2-Pentanona	Frutado	Frutado
2-Heptanona	Frutado, floral	Frutado, floral
Acetofenona	Floral	Floral
2-hidroxi acetofenona	Floral pesado, herbáceo	Floral, à base de plantas
4-metil acetofenona	Frutado, floral	Frutado, floral
ÁCIDOS		
Ácido 2-metilpropiónico	Floral	Floral
Ácido 3-fenilpropiónico	Doce Rosa	Floral
Ácido cinâmico	Mel, floral	Floral
ÉSTERES		
Acetato de etilo	Abacaxi	Frutado
Acetato de isobutil	Frutado	Frutado
Acetato de isoamilo	Frutado, banana	Frutado
Acetato de benzilo	Floral, jasmim	Floral
Acetato de metilfenilo	Doce, mel, jasmim	Floral
Acetato de etilfenilo	Frutado, doce	Floral
Acetato de 2-feniletal	Mel, floral	Floral
Butirato de etilo	Abacaxi	Frutado
Lactato de etilo	Frutado	Frutado
Succinato de dietilo	Aroma agradável	Floral
2-Metilbutanoato de etilo	Frutado	Frutado
3-Metilbutanoato de etilo	Frutado	Frutado
Valerato de etilo	Frutado, maçã	Frutado
Hexanoato de etilo	Frutado	Frutado
Octanoato de etilo	Frutado, floral	Frutado
Decanoato de etilo	Pêra, uva	Frutado
Laurato de etilo	Frutado, floral	Frutado, floral
Benzoato de isoamilo	Bálsamo, doce	Floral
Salicilato de metila	Amêndoa amarga	Noz
Cinamato de metilo	Balsâmico, morango	Frutado
Cinamato de etilo	Doce, tipo canela	Chocolate doce
AMINAS, AMIDAS, NITRILOS, PURINAS		
Benzonitrilo	Amêndoa	Noz

N- (2-fenetil) formamida	Essências	Floral
LACTONES		
δ - Octenolactona	Coco	Noz
γ - Decalactona	Pêssego	Frutado
TERPENÓIDES		
Geraniol	Floral, rosa, frutado	Floral, frutado
Acetato de geranil	Rosa, lavanda	Floral
Formato de α - terpenil	Herbáceo, cítrico	Ervas, frutado
Linalol (cis - piranóide)	Floral, verde	Floral, à base de plantas
Linalol (trans-piranóide)	Floral	Floral
Óxido de linalol (cis - furanóide)	Noz	Noz
Óxido de linalol (trans-furanóide)	Floral, cítrico	Frutado, floral
FURANOS, FURANONAS, PIRANOS, PIRONAS		
2-Furfural	Amêndoa	Noz
5-metil-2-furfural	Doce, caramelo	Chocolate doce
Acetato de 2-furfurilo	Frutado, banana	Frutado
2-Acetilfurano	Doce, balsâmico, ligeiramente café	Chocolate doce
2-Acetil-5-metilfurano	Noz forte	Noz
Propionato de 2-furfurilo	Picante, floral	Floral
5- (1-Hidro-etil) -2-furanona	Frutas vermelhas, geléia, notas verdes	Frutado, à base de plantas
Di-hidro-3-hidroxi-4,4-dimetil-2-furanona	Coco	Noz
4-Hidroxi - 2,5 - dimetil - 3 - furanona (furanool)	Frutado, morango, açúcar quente	Frutado, noz
3-Hidroxi - 2 - metil - 4 - pirona (maltol)	Nozes torradas	Noz
5,6-Di-hidro-6-pentil-2-pirona	Coco	Noz
PIRROLES		
Pirrole	Noz	Noz
2-acetilpirrol	Chocolate, avelã	Chocolate doce
Pirrole - 2 - carboxaldeído	Noz	Noz
PIRAZINAS		
2-Metilpirazina	Noz, chocolate, cacau, nozes torradas	Chocolate doce, noz
2-Etilpirazina	Manteiga de amendoim, noz mofada	Noz
2,5Dimetilpirazina	Cacau, nozes enferrujadas	Chocolate doce, noz
2,6-Dimetilpirazina	Noz, café, verde	Noz, ervas
2-Etil - 5 - metilpirazina	Batata crua e noz	Noz, herbal
2,3-Dietilpirazina	Noz, avelã, cereais	Noz
+2,3-Dimetilpirazina	Caramelo, cacau	Chocolate doce
2,3,5-Trimetilpirazina	Cacau, nozes enferrujadas, amendoim	Chocolate doce, noz
2,3,5,6-Tetrametilpirazina	Chocolate, cacau, café	Chocolate doce
2,3,5-Trimetil - 6 - etilpirazina	Doce, doce	Chocolate doce

Fonte: Aprotosoiaie; Luca; Miron, (2016)

Cada híbrido de cacau apresenta uma dinâmica de fermentação distinta na formação de diferentes compostos voláteis, em diferentes quantidades, e contribui para as sensações de sabor únicas dos produtos de chocolate (BASTOS *et al.*, 2019). Há diferença significativa no produto chocolate a depender da localização geográfica e de sua variedade. Essas mudanças são expressas na composição das substâncias voláteis que são responsáveis pelo sabor da amêndoa e nas diferenças da relação quantitativa de compostos químicos, como por exemplo, as metilxantinas e os fenólicos (AHNERT; FERREIRA, 2013).

O método mais aplicado atualmente para a extração de compostos voláteis, sem interferência dos componentes da matriz, é a técnica de microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME) seguido da análise por cromatografia em fase gasosa acoplada ao detector espectrômetro de massas (CG-EM) (MELO, 2018). A técnica do *Headspace* tornou-se cada vez mais popular em estudos de sabor de cacau devido há inúmeras vantagens, como, por exemplo, a alta sensibilidade, seletividade e reprodutibilidade (TRAN *et al.*, 2015).

Calva-Estrada *et al.* (2020), observaram que entre os chocolates elaborados com cacau da América Latina (Amazônia, Venezuela, México e Equador), os ácidos voláteis representaram entre 26% a 32% dos compostos voláteis apresentados nas amostras.

Toker *et al.* (2020), encontrou em seus estudos que a classe mais abundante apresentada nos chocolates foram os ácidos, dentre eles estão o ácido acético, ácido isobutírico, ácido butanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido dodecanoico, ácido tetradecanoico e ácido feniletanoico. A concentração desses compostos está associada, principalmente, ao processo de fermentação que segue a fase de colheita. Os açúcares do cacau *in natura* sofrem degradação durante a fermentação levando a um maior perfil de compostos aromáticos e consequentemente a um chocolate agradável e de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- AFOAKWA, E. O. *et al.*, Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 840-857, 2008.
- AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. 3rd ed. England: Wiley-Blackwell, 2010, 234 p
- AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. John Wiley & Sons, 2016.
- AHNERT, D.; FERREIRA, A.C R. Melhoria Genética e Variedades do Sul da Bahia. In: Mello DLN, Gross E, editors. **Guia de Manejo do Agroecossistema Cacau Cabruca**. Instituto Cabruca, p. 24–27, 2013
- ALAMAR, P. D. **Análise sensorial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. 168 p.
- ALVES, S. A. M. **Epidemiologia da vassoura de bruxa (Crinipellis pernicioso (STAHEL) SINGER) em cacauzeiros enxertados em Uruçuca, Ba.** 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba – SP
- ALVES, A. C. **Análise Sensorial: uma revisão sobre os métodos sensoriais e a aplicação dos testes afetivos em alimentos práticos para consumo**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - campus Patos de Minas, 2021.
- APROTOSOAIE, A. C.; LUCA, S. V; MIRON, A. Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products An Overview. **Comprehensive reviews in food science food safety**. v. 15, n. 1, p. 73-91, 2016.
- ARAUJO, L. V. *et al.* Agroindústria de chocolate em unidades de pequeno porte na Bahia / Chocolate agroindustry in small porte units in Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, p. 2700–2708, 2018. <https://doi.org/10.34117/bjdv4n6-286>
- ASCRIZZI, R. *et al.* From the raw seed to chocolate: Volatile profile of Blanco de Criollo in different phases of the processing chain. **Microchemical Journal**, v. 133, p. 474-479, 2017.
- BAREL, M. De la cabosse au tablete. Montpellier: Cirad, 2006. **Conférence prononcée dans le cadre de l'exposition** “Le chocolat, remède à tous les maux”, 2006
- BASTOS, V.S. *et al.* Dynamics of volatile compounds in TSH 565 cocoa clone fermentation and their role on chocolate flavor in Southeast Brazil. **Journal of Food Science and Technology** V. 56, 2874–2887, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03736-3>
- BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1994. 408 p.
- BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. 4 ed. London: Chapman and Hall, p.20-23, 2009.

BRAINER, M. S. C. P. **Produção de Cacau**. Caderno Setorial Etene. Ano 6: Janeiro, 2021.

BRASIL. Resolução RDC Nº 264, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Chocolate e Produtos de Cacau**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

BRASIL. **Brasil quer ganhar posições na produção mundial de cacau e chocolate**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-quer-retomar-protagonismo-no-cenario-global-de-cacau-e-chocolate> Acesso em: 31 jan 2023.

BRASIL. **Ceplac: 65 anos de pesquisa e tecnologia para o cacau brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ceplac-65-anos-de-pesquisa-e-tecnologia-para-o-cacau-brasileiro> Acesso em: 02 fev 2023.

BRASIL. Produção nacional de cacau pode crescer 60 mil toneladas em quatro anos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-nacional-de-cacau-pode-crescer-60-mil-toneladas-em-quatro-anos> Acesso em: 04 fev 2023.

CALVA-ESTRADA, S. J.; UTRILLA-VÁZQUEZ, M.; VALLEJO-CARDONA, A.; ROBLERO-PÉREZ, D. B.; LUGO-CERVANTES, E.; Thermal properties and volatile 78 compounds profile of commercial dark-chocolates from different genotypes of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) from Latin America. **Food Research International**, v. 136, 109594, 2020.

COHEN, K. de O.; LUCCAS, V.; JACKIX, M. Revisão: temperagem ou pré-cristalização do chocolate. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 7, n.1, p. 23-30, 2004.

CRUZ, J. F. M. **Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Salvador, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/8794>. Acesso: 27 jan. 2023.

EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonoides durante a fermentação de sementes de cacau para fabricação de chocolate**. 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

EFRAIM, P. **Contribuição a melhoria de qualidade de produtos de cacau no Brasil, por meio da caracterização de derivados de cultivares resistentes a vassoura-debruxa e de sementes danificadas pelo fungo**. 2009. 226p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009

EFRAIM, P. *et al.* Revisão: polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal Food Technology**. Campinas, v. 14, n. 3, p. 181-201, jul./set. 2011

FERREIRA, A, C. R. **Beneficiamento de cacau de qualidade superior**. Editora: PTCSB, Ilhéus, Bahia: 2017, 76p.

GRAY, M.P. Moulding, Enrobing and Cooling Chocolate Products. In: BECKETT, S.T **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 320 – 357

HEYMANN, H.; LAWLESS, H.T. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer, 2010.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION- ICCO. **Cacau Fino ou Sabor**. v 1, 2018. Disponível em: <https://www.icco.org/fine-or-flavor-cocoa/>. Acesso: 24 jan. 2023.

LEITE, P. B. **Caracterização de chocolates provenientes de cultivares de cacau *Theobroma cacao* L resistentes a vassoura de bruxa**. Salvador, 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Salvador, 2012

LUCCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas a manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

MARTINS, R. **Dossiê Técnico: Processamento do Chocolate**. REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.

MELO, C. W. B. **Avaliação físico-química e identificação dos compostos voláteis em chocolates provenientes de diferentes variedades de cacau**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Salvador, 2018.

MONTEIRO, W. R.; AHNERT, D. Melhoramento Genético do Cacaueiro. In: Raul René Valle. (Org.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro**. 2. Ed. Itabuna - BA: Gráfica e Editora Vital Ltda, v. 01, p. 01-16, 2012

MOREIRA, I. M. V. **Sucessão microbiana e dinâmica de substratos e metabólitos durante a fermentação de três híbridos de cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivados no Sul da Bahia**. UFLA, 2013

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, p.612, 2006.

O'SULLIVAN, M. G. Sensory Affective (Hedonic) Testing. **A Handbook For Sensory And Consumer-Driven New Product Development**, [S.L.], p. 39-57, 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100352-7.00003-8>.

ROCHA, I. S. **Influência do tempo e temperatura de torração de amêndoas de cacau nas características sensoriais de chocolates**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Salvador, 2015.

SANTOS, E. S. L. *et al.* Genetic Structure and Molecular Diversity of Cacao Plants Established as Local Varieties for More than Two Centuries: The Genetic History of Cacao Plantations in Bahia, Brazil. **Plos One**, v.10, 2015.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145276>

SANTOS, G. B. M.; SANTOS, P. B. M.; SANTOS, A. M. dos. **Mercado de Cacau Fino no Brasil e no Mundo. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, CEPLAC.** 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/chocolates-finos-e-de-aroma/mercados-de-cacau-fino/view>
 Acesso em: 10 dez 2022.

SANTOS, A. M ; SANTOS, G. B. M. **Cacau fino no Brasil : conceitos e evolução.** Revista de Difusão Agropecuária, CEPLAC- Bahia, vol 4, n. 1, p 1-18, 2016.

SCHMIDT, F. L.; EFRAIM, P. **Pré-processamento de frutas, hortaliças, café, cacau e cana-de-açúcar.** 1ª ed. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2015.

SILVA, A. B. C. *et al.* A Fermentação do cacau e o uso de inóculos leveduriformes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p.26456-26471, apr., 2022.
<https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-245>

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia.** Ilhéus, BA, MAPA/Ceplac/Cepec. 126, ed. 2017.

TOKER, O. S.; PALABIYIK, I.; KONAR, N.; Chocolate quality and conching. Trends in **Food Science and Technology**, v. 91, pp. 446-453, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>

TRAN, P. D.; WALLE, D. V.; CLERCQ, N.; WINNE, A.; KADOW, D.; LIEBEREI, R.; MESSENS, K.; TRAN, D. N.; DEWETTINCK, K.; DURME, J. V. Assessing cocoa aroma quality by multiple analytical approaches. **Food Research International**, v. 77, p. 657-669, 2015.

TRENTO, A. S. **Aplicação de perfil flash e perfil de textura para diferenciar chocolates.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Superior de Engenharia de Alimentos, Campo Mourão, 2018.

VERÍSSIMO, A. J. M. **Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial, funcional e sensorial. O caso do cacau catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 2012

Capítulo II

Manuscrito: Perfil sensorial descritivo quantitativo e análise de voláteis de chocolates produzidos a partir de cacau da Bahia com potencial para cacau fino

Perfil sensorial descritivo quantitativo e análise de voláteis de chocolates produzidos a partir de cacau da Bahia com potencial para cacau fino

Joelaine de Jesus Santana¹; Janaína Alves de Carvalho¹; Manuela Barreto do Nascimento¹; Ligia Regina Radomille de Santana²; Adriana Cristina Reis Ferreira³; Paulo Roberto Ribeiro de Mesquita⁴; Sergio Eduardo Soares¹.

¹ Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia - (UFBA). Rua Barão de Geremoabo s/n, Campus de Ondina, CEP:40170-210, Salvador-BA, Brasil.

² Universidade Estadual da Bahia, CEP 41150-000, Salvador-BA, Brasil.

³ Centro de Inovação do Cacau. Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia. Rodovia Jorge Amado, km 16 UESC. IPAF Instituto de Pesquisa em Análises Físico-Químicas. CEP 45662-900, Ilhéus-BA, Brasil.

⁴ Centro Tecnológico Agropecuário do Estado da Bahia (CETAB), Salvador-BA, 40170-110, Brasil

***Corresponding author:** Joelaine de Jesus Santana (Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia - (UFBA). Rua Barão de Geremoabo s/n, Campus de Ondina, CEP:40170-210, Salvador-BA) Phone: ++55 75 9 9122-3874. E-mail: joelaineufba@hotmail.com

RESUMO

Uma das grandes tendências do mercado internacional é a produção de “cacau de alta qualidade”, para produção de chocolate gourmet, com alto teor de cacau. O cacau fino e de aroma é identificado por apresentar sabores diferenciados, desde frutados, florais, amadeirado, entre outros. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar por meio da metodologia da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), traçar o perfil sensorial dos chocolates finos de amêndoas selecionadas de municípios da Bahia e obter o perfil de compostos voláteis, além de avaliar a aceitação do consumidor. Os resultados das análises sensoriais foram submetidos à ANOVA e aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$). A correlação dos dados sensoriais foi determinada por Mínimos Quadrados Parciais (PLS). Para tais procedimentos, contou-se com auxílio do programa estatístico XLSTAT® 2021 para os resultados da análise sensorial e MetaboAnalyst 5.0 para os compostos voláteis. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) revelou que as amostras diferem entre si em quinze dos dezesseis descritores avaliados, exceto no aroma doce. Na figura radar as amostras dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus apresentaram coloração marrom mais intensa, maior brilho, gosto doce mais intenso, assim como maior intensidade dos atributos sabor amanteigado e aroma amanteigado destas amostras. No PLS observou-se que os atributos cor marrom, brilho, aroma amanteigado, gosto doce, sabor frutado, sabor amanteigado, se correlacionaram positivamente com a aceitação do chocolate, assim como na ANOVA onde foi possível verificar que as amostras dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus apresentaram maior intensidade nos referidos descritores e foram mais aceitas. O teste de aceitação revelou, de modo geral, houve aceitação acima do termo “nem gostei/nem desgostei” de todos os chocolates junto aos consumidores, demonstrando que todos os chocolates ficaram fora da rejeição. O chocolate produzido com o cacau proveniente de Ilhéus apresentou as maiores médias de aceitação em todos os atributos. No mapa de calor foi possível verificar que há uma alta prevalência de compostos nas amostras dos municípios de Uruçuca, Floresta Azul e Jaguaquara. O perfil volátil dos chocolates foi caracterizado por 8 grupos de compostos: Ácidos, Álcoois, Alcaloíde, Aldeído, Cetonas, Ésteres, Monoterpenos e Pirazinas. De acordo com os resultados obtidos, é possível inferir que os chocolates produzidos com as amostras de cacau dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus se destacaram em relação aos chocolates dos outros municípios, no que tange ao objetivo do estudo para a produção de chocolates com alto teor de cacau e de origem. O cacau de Camacan, Uruçuca e Floresta Azul, obtiveram menor aceitação entre os consumidores, para as características mais desejadas em chocolates com alto teor de cacau.

Palavras-chave: Cacau Fino; Aceitabilidade; Compostos Voláteis

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes tendências do mercado internacional é a produção de “cacau de alta qualidade”, para produção de chocolate gourmet, com alto teor de cacau. As indústrias estão predispostas a pagar um preço mais elevado por este tipo de produto, entretanto exigem características próprias, que requer cuidados peculiar em relação à produção. Atualmente, no Brasil, três estados produzem cacau fino: Bahia, Espírito Santo e Pará (SANTOS *et al.*, 2016).

Os produtos de qualidade ligados à origem, como é o caso do cacau fino, possuem uma reputação e uma qualidade essencialmente relacionada a esta origem que representa, ao mesmo

tempo, um patrimônio a preservar e um potencial de diferenciação sobre o mercado. Quando estas características específicas ligadas à origem são reconhecidas, podem ser valorizadas junto ao consumidor através de um selo ou uma designação referente à origem (SANTOS *et al.*, 2016). O cacau fino e de aroma é identificado por apresentar sabores diferenciados, desde frutados, florais, amadeirado, entre outros. A definição leva em consideração as características genéticas (origem), local e o tratamento das amêndoas pós-colheita.

Segundo Barel (2006), os principais produtores mundiais de cacau fino são o Equador, com sua variedade Nacional (30% da produção do país) caracterizado por suas notas florais: o famoso aroma “Arriba”. A Venezuela, das suas oito regiões, duas são produtores de cacau fino, Porto Cabello e Sur del Lago, com o cacau tipo Porcelana, cultivar do Criollo, típico dessa região, caracterizado por notas de mel, caramelo e nozes frescas. As Ilhas do Caribe e 20% da República Dominicana produzem cacaos finos, com aromas de madeira, frutas secas e fumo. Cada variedade de cacau tem um caráter de sabor potencial único, mas as condições de cultivo como clima, quantidade e tempo de sol e chuva, condições do solo, maturação, tempo de colheita e tempo entre a colheita e a fermentação do grão contribuem para variações na formação final do sabor (AFOAKWA, 2010).

O sabor do chocolate é composto por muitos compostos cuja formação depende do perfil genético do cacau, do ambiente onde foi cultivado e dos métodos de processamento utilizados. A influência do processamento na formação do sabor do chocolate inclui reações que ocorrem durante a fermentação e secagem das amêndoas de cacau, durante a torrefação das amêndoas, *nibs* ou massa de cacau e na conchagem do chocolate (LEITE *et al.*, 2013; BASTOS *et al.*, 2019).

As matérias-primas básicas para a produção de chocolate são o *liquor* (obtido pelo refino da massa de cacau), a manteiga de cacau e o açúcar, podendo-se ou não adicionar leite e derivados lácteos (EFRAIM, 2004). Segundo os dados da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas – ABICAB (2021), o Brasil produziu 757 mil toneladas de chocolates em 2020, considerando também os achocolatados, volume relativamente estável nos últimos dez anos, com aumento de 0,8% ao ano. Essa produção é majoritariamente consumida no mercado interno.

Decifrar o diversificado sabor do cacau que envolve acidez, amargor e adstringência pronunciados requer método de análise sensorial eficiente para discriminar e descrever o melhor perfil dentre as variedades disponíveis. Conhecer o aroma e quais compostos voláteis contribuem para o perfil aromático que os consumidores percebem e valorizam no chocolate, constitui-se em uma ferramenta valiosa, que possibilitará a correlação destes dados

instrumentais com os dados sensoriais, que poderá auxiliar no desenvolvimento industrial estratégico e colaborar com o controle de qualidade do chocolate. É necessário um painel de avaliação sensorial bem treinado com projetos de teste apropriados e análise estatística dos resultados (BECKER, 2009; CEMIN, 2022). Diante disto, o presente trabalho teve como objetivos traçar o perfil sensorial utilizando a metodologia de Análise Descritiva Quantitativa e obter o perfil de compostos voláteis dos chocolates finos provenientes de amêndoas de cacau selecionadas de municípios da Bahia (Camacan; Uruçuca; Ilhéus; Jaguaquara e Floresta Azul), além de avaliar a aceitação das amostras através da opinião de consumidores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

As amêndoas de cacau fino para a elaboração do chocolate, foram selecionadas previamente, de acordo com a classificação do regulamento de uso da indicação de procedência da Região Sul da Bahia. O regulamento foi estabelecido pelos membros do Conselho regulador da Associação de Cacau do Sul da Bahia, visando o enquadramento da Indicação de Procedência (Região Sul da Bahia, segundo a Lei no 9.279 de 14 de maio de 1996).

As amostras foram provenientes de fazendas produtoras de diferentes regiões do sul da Bahia, já determinadas no projeto de Indicação Geográfica do “Cacau Sul da Bahia”. Cinco amostras de *blends* de cacau dos municípios de Camacan, Jaguaquara, Ilhéus, Uruçuca, Floresta Azul e foram usadas para produção dos chocolates.

2.2 Produção do chocolate

As amêndoas fermentadas e secas foram dispostas em bandejas vazadas e submetidas ao processo de torrefação por meio de estufa com circulação de ar (Drying over, De Leo, modelo A35EAF8, 0612) a $120 \pm 1^\circ\text{C}$ por 20 minutos, metodologia validada pelas indústrias de chocolate. Posteriormente, procedeu-se o processo de descascamento e obtenção dos *nibs*, que foram moídos utilizando um equipamento triturador (Nutri Ninja Auto IQ), acondicionado à vácuo e depois iniciou-se a produção do chocolate.

Os chocolates foram processados em escala piloto (5kg). A formulação base para a produção foi de 66 % de teor de cacau, utilizando a seguinte formulação: 610 g de massa de cacau, 50 g de manteiga de cacau, 3,5 g de lecitina de soja e 336,5 g de açúcar refinado. Não houve adição de leite, visto que são chocolates com alto teor de cacau.

Os chocolates foram enformados em uma forma de polietileno, moldado em barras de 5 gramas. Passaram pelo processo de resfriamento, sendo embalados em papel alumínio e armazenados a 8°C até as análises sensoriais e de compostos voláteis.

2.3 Análise Descritiva Quantitativa - ADQ®

2.3.1 Caracterização sensorial dos chocolates

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi realizada segundo o método descrito por Stone e Sidel (2004) com adaptações, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento da Faculdade de Farmácia na Universidade Federal da Bahia - UFBA. Na ADQ das amostras foram realizadas as etapas de pré-seleção dos provadores, desenvolvimento da terminologia descritiva, seleção dos provadores e avaliação final das amostras.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da UNEB, Processo nº 85136018.0.0000.0057. Todos os participantes receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

2.3.2 Recrutamento e pré-seleção dos provadores

Na etapa de pré-seleção dos provadores, que foi aberta a toda a comunidade, dentre eles estudantes de graduação e pós-graduação, servidores da UFBA e membros externos totalizaram 34 indivíduos participantes. Destes, 23 permaneceram até o final da pesquisa, sendo 14 do sexo feminino e 9 do sexo masculino. Inicialmente foi aplicado um questionário para identificação dos hábitos dos voluntários. Alguns critérios foram utilizados na pré-seleção dos participantes para os testes sensoriais dos chocolates, dentre eles: não apresentar alergia a nenhum ingrediente ou produto de cacau, disponibilidade, ter boa saúde, não ser fumante, habilidade para trabalhar em grupo e boa percepção para descrever diferenças entre produtos e expressar as sensações percebidas.

Após o questionário, os provadores foram treinados para conseguir discriminar diferenças sensoriais entre as amostras, descrevendo suas percepções, por meio da realização de testes de gostos básicos e de aroma. Na etapa de aplicação do teste triangular foi utilizado amostras com chocolates de diferentes teores de cacau (50%, 70% e 90%), para que os provadores adaptassem o paladar com sabores de chocolates com alto teor de cacau, conforme descrito em IAL (2008).

2.3.4 Levantamento dos termos descritivos das amostras de chocolate

177 Esta etapa consistiu no desenvolvimento dos descritores sensoriais para aparência,
178 aroma, sabor e textura, de acordo com a avaliação das diferenças entre as amostras de chocolate,
179 utilizando-se o Método de Rede (MOSKOWITZ, 1983). A definição dos termos descritores e
180 a produção de amostras de referência foram obtidas por consenso, conforme a Tabela 1, durante
181 as sessões sob comando de um líder. Foram escolhidos dezesseis atributos.

182 **Tabela 1** - Termos descritivos e materiais de referência das amostras de chocolates com alto
 183 teor de cacau provenientes de diferentes de municípios do Sul da Bahia, Brasil.

Descritores Sensoriais	Definição	Material de Referência
Aparência		
Cor marrom	Cor característica do chocolate/Castanho	Claro: Solução de Chocolate em Pó a 0.5% (Nestlé Ltda, Brazil). Escuro: Solução de Café solúvel a 5.0% (Nestlé Ltda, Brazil).
Brilho	Capacidade de reflexão da luz na superfície do produto.	Pouco: Café solúvel (Nestlé Ltda, Brazil). Muito: Xarope De Glucose De Milho (Arcolor, Brazil)
Aroma		
Ácido	Odor desagradável obtido do ácido cítrico	Nenhum: solução de ácido cítrico 5%. Muito: solução de ácido cítrico 10%.
Adocicado	Odor obtido do açúcar/caramelo	Nenhum: Água filtrada. Muito: açúcar aquecido a 120°C até cor marrom.
Cacau	Odor relativo ao chocolate/cacau	Pouco: solução de chocolate em pó 0.5% (Nestlé Ltda, Brazil). Muito: Solução de chocolate em pó 5.0% (Nestlé Ltda, Brazil).
Amanteigado	Aroma de gordura	Nenhum: Água filtrada Muito: Nibs triturado com nozes, avelã e castanha-do-pará.
Sabor		
Gosto Amargo	Sabor desagradável característico da cafeína.	Pouco: Chocolate Lacta Intense 60% (Nestlé Ltda, Brazil). Muito: Chocolate cacau 85% (Cacau Show, Brazil).
Gosto Ácido	Sabor desagradável obtido do ácido cítrico	Nenhum: água filtrada. Muito: solução de ácido cítrico 1%.
Gosto Doce	Sabor associado à presença de açúcares. Sabor doce de caramelo.	Pouco: solução de açúcar a 1.0%. (União Ltda, Brazil). Muito: solução de açúcar a 10.0% (União Ltda, Brazil).
Chocolate / Cacau	Sabor associado ao chocolate	Pouco: Chocolate Lacta Intense 60% (Nestlé Ltda, Brazil). Muito: Chocolate cacau 85% (Cacau Show, Brazil).
Frutado	Sabor relativo a frutas cítricas (tangerina, limão, laranja)	Pouco: Raspas de tangerina a 5% adicionado em 100g de nibs triturado. Muito: Raspas de tangerina a 10% adicionado em 100g de nibs triturado.
Amanteigado	Sabor de gordura	Nenhum: Água filtrada. Muito: Nibs triturado com nozes, avelã e castanha-do-pará.
Adstringência	Sensação resultante da contração da mucosa da boca.	Pouca: água filtrada. Muita: banana muito verde
Textura		
Firmeza	Força necessária para quebrar a barra de chocolate.	Pouco firme: Chocolate ao leite (Nestlé Ltda, Brazil). Muito Firme: Chocolate cacau 85% (Cacau Show, Brazil).
Derretimento	Espaço de tempo para o chocolate derreter na boca /Liquefazer.	Pouco: Chocolate 85% cacau (Cacau Show, Brazil). Muito: Chocolate ao leite (Nestlé Ltda, Brazil) aquecido em microondas por 30”.
Fraturabilidade	Facilidade de quebrar ou romper.	Pouco: Chocolate 85% (Cacau Show, Brazil) Muito: Biscoitos amanteigados.

2.3.5 Treinamento dos Provadores

O treinamento foi finalizado após oito sessões usando o material da referência e as amostras, quando os indivíduos não apresentaram mais dúvidas e estavam aptos a usar a ficha de avaliação descritiva. Após a finalização, cada amostra foi avaliada em triplicata por cada membro do painel, em cabines individuais, utilizando-se um delineamento experimental de blocos completos casualizados, perfazendo um total de quatorze provadores.

2.3.6 Avaliação final das amostras de chocolate

As amostras de chocolate servidas à temperatura de aproximadamente 20°C, em bandejas brancas de poliestireno, identificadas com números de três dígitos, foram apresentadas a cada provador em cabine individual, sendo orientados a degustar as amostras da esquerda para a direita e limpar as papilas com água filtrada e/ou biscoito de água e sal entre cada amostra. Uma escala não estruturada de 9 cm associada a cada atributo, com termos de intensidade ancorados a esquerda e a direita da escala, indicando menor e maior intensidade foi usada. Os provadores avaliaram os seguintes atributos: Aparência (cor marrom e brilho); Aromas (adocicado, aroma de cacau, amanteigado e ácido); Sabor (sabor de cacau, gosto amargo, gosto ácido, gosto doce, sabor frutado, sabor amanteigado e adstringência); Textura (firmeza, derretimento e fraturabilidade).

2.4 Teste Afetivo

O teste de aceitação por consumidor foi aplicado a 112 consumidores não treinados de toda a comunidade acadêmica da UFBA, recrutados de modo espontâneo, conforme disponibilidade e hábito de consumo de chocolates intensos. Para os testes foram utilizadas 5g de cada amostra, codificadas com números de três dígitos, que foram servidas a temperatura ambiente em bandejas descartáveis. As avaliações ocorreram em cabines individuais, equipadas com lâmpadas fluorescentes e apresentadas de forma monádica. Os consumidores orientados a limpar as papilas com água e/ou biscoito de água e sal entre as amostras. As amostras foram avaliadas em relação a aparência, aroma, sabor, textura e qualidade global usando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (9= gostei extremamente e 1= desgostei extremamente) (MEILGAARD *et al.*, 2006).

2.5 Análise dos Voláteis

2.5.1 Extração de compostos voláteis

Os compostos voláteis das amostras (2,0 g) foram extraídos usando o Headspace-Microextração em Fase Sólida (HS-SPME) Cromatografia Gasosa-Massa Técnica de espectrometria (GC-MS), conforme Rodriguez-Campos *et al.* (2011). A fibra usada para extração dos voláteis foi a divinilbenzeno/carboxeno/polidimentilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) de 50/30 μm (SUPELCO®). A amostra foi equilibrada por 15 minutos a 60°C e então exposta a fibra por 30 minutos na mesma temperatura. Ao final do período de extração, a fibra foi inserida no injetor do cromatógrafo onde permaneceu por 3 min a 250 °C para que ocorresse a dessorção dos compostos voláteis. Realizou-se três réplicas para cada tratamento.

2.5.2 Separação e Identificação de compostos voláteis

Os compostos voláteis foram analisados por Cromatografia Gasosa – Massa Espectrometria (GC-MS) (MODELO QP2010 PLUS, SHIMADZU®, JAPAN), utilizando uma coluna capilar modelo HP-5MS (5% - fenilmetilpolissiloxano, 30.0 m x 0.25 mm I.D x 0.25 μm , RESTEK®, BELLEFONTE, USA). Utilizou-se hélio (99,999%) como gás de arraste.

O método de análise das amostras de chocolates seguiu os seguintes parâmetros: temperatura de forno a 30 °C (mantida por 4 min), aquecimento de 0.5 °C min⁻¹ até 38 °C (durante 2 min), seguido de aquecimento a 3.0 °C min⁻¹ até 90 °C (mantido por 2 min), aquecimento de 4 °C min⁻¹ até 170 °C (mantido por 2 min), aquecimento de 30 °C min⁻¹ até 280 °C (mantido por 5 min) totalizando uma corrida de 72.00 min. Temperatura do injetor a 250 °C, modo splitless, fluxo de 0.61 mL/min, corte de solvente de 3 min.

Os compostos das amostras foram contabilizados, registrados e identificados segundo comparação de seus espectros de massas e índice de retenção de Kovats (IK), com dados disponíveis na biblioteca NIST 08/NIST 08s e para colunas cromatográficas semelhantes e quando disponíveis com padrões autênticos (SIGMA ALDRICH®) avaliados com sobreposição da análise do padrão e da amostra.

2.6 Análise Estatística

Os resultados da ADQ® foram analisados usando Análise Univariada da Variância (ANOVA), e Teste de Tukey para verificar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras, segundo cada atributo (GAZE *et al.*, 2015). A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada usando uma matriz de covariância (PFLANZER *et al.*, 2010). O método de regressão por mínimos quadrados parciais (Partial Least Squares - PLS) foi aplicado aos dados da ADQ® e teste de aceitação, tendo como variável dependente a aceitação global, a fim de obter direcionadores de preferência (MORAIS *et al.*, 2014). As análises estatísticas foram realizadas

utilizando o software XLSTAT® 2021 (Adinsoft, Paris, França) a um nível de significância de 5% para os resultados da análise sensorial e MetaboAnalyst 5.0 para os compostos voláteis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Sensorial

3.1.1 Análise Descritiva Quantitativa

O desempenho dos provadores pode ser visualizado por meio dos valores de p Famostras e p Frepetições, encontrados na ANOVA e apresentado nas tabelas 2 e 3. Foram selecionados quatorze provadores para participar da avaliação final das amostras, por apresentarem capacidade de diferenciar as amostras (p Famostras $< 0,50$), repetibilidade nas avaliações (p Frepetições $> 0,05$) e consenso com a equipe, conforme os critérios de Damásio e Costell (1991).

Tabela 2 - Valores de p de F_{amostras} da análise de variância para cada provador, por parâmetro.

		Provadores													
Parâmetros		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
APARÊNCIA	CMAR	0,0030*	0,0002*	0,0001*	0,0847*	0,0122*	0,0198*	0,0017*	0,0001*	0,0018*	0,0019*	0,0001*	0,0105*	0,0005*	0,0032*
	BRIL	0,09024*	0,02912*	0,2648*	0,0400*	0,05492*	0,0005*	0,0717*	0,07671*	0,0397*	0,0014*	0,0093*	0,0072*	0,0630*	0,0069*
AROMA	AACD	0,01264*	0,0454*	0,0283*	0,1192*	0,2531*	0,0209*	0,0040*	0,0826*	0,0001*	0,2786*	0,0176*	0,1816*	0,0207*	0,1576*
	ADOC	0,03987*	0,0697*	0,0079*	0,1650*	0,1874*	0,05560*	0,0022*	0,0076*	0,3583*	0,2756*	0,0653*	0,3123*	0,0537*	0,1643*
SABOR	ACAC	0,0648*	0,0027*	0,0024*	0,0187*	0,0202*	0,0489*	0,0038*	0,0092*	0,3674*	0,0631*	0,0665*	0,0944*	0,2164*	0,0684*
	AMAN	0,02101*	0,0233*	0,0005*	0,0001*	0,0295*	0,0001*	0,0021*	0,0306*	0,0717*	0,3274*	0,0104*	0,2540*	0,3237*	0,2599*
	AMAR	0,05378*	0,0883*	0,0001*	0,06081*	0,0069*	0,0374*	0,0003*	0,0853*	0,0232*	0,0049*	0,0008*	0,2166*	0,0807*	0,0039*
	GACD	0,01386*	0,0010*	0,0152*	0,0149*	0,0001*	0,0016*	0,0245*	0,0201*	0,0033*	0,0331*	0,0498*	0,4912*	0,4209*	0,1161*
	DOCE	0,03872*	0,0219*	0,0028*	0,0086*	0,0547*	0,0020*	0,0001*	0,1420*	0,0056*	0,0288*	0,0093*	0,0863*	0,0530*	0,0031*
	SCAC	0,4948*	0,4097*	0,0259*	0,0102*	0,0424*	0,0002*	0,0004*	0,0682*	0,0888*	0,4378*	0,0152*	0,0056*	0,0010*	0,0128*
	FRUT	0,0815*	0,04283*	0,0469*	0,06687*	0,0001*	0,0006*	0,0050*	0,3503*	0,0001*	0,0167*	0,0001*	0,0053*	0,2241*	0,4069*
	SAMA	0,0650*	0,0019*	0,1471*	0,0125*	0,0001*	0,0147*	0,2890*	0,0123*	0,0003*	0,2805*	0,0018*	0,3611*	0,0973*	0,4446*
	ADST	0,01896*	0,0039*	0,0006*	0,2150*	0,0140*	0,1954*	0,1490*	0,0009*	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,3016*	0,4287*	0,0655*
	FIRM	0,0359*	0,0102*	0,0006*	0,0007*	0,2086*	0,0690*	0,0389*	0,0034*	0,4274*	0,0110*	0,0011*	0,0653*	0,1878*	0,0270*
TEXTURA	DERR	0,02536*	0,0074*	0,0001*	0,0495*	0,4562*	0,0388*	0,05248*	0,2204*	0,0565*	0,0643*	0,0483*	0,0340*	0,2479*	0,0116*
	FRAT	0,1210*	0,0032*	0,0002*	0,0139*	0,2704*	0,0623*	0,3715*	0,0587*	0,3089*	0,0184*	0,0064*	0,0252*	0,0633*	0,2961*

(*) Valores de p de F_{amostras} significativos ao nível de 50%.

CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; FRAT: Fraturabilidade; DERR: Derretimento.

270 **Tabela 3** - Valores de p de F_{repetições} da análise de variância para cada provador, por parâmetro.

		Provedores													
Parâmetros		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
APARÊNCIA	CMAR	0,0667*	0,2339*	0,2018*	0,8409*	0,0621*	0,3251*	0,4840*	0,9854*	0,0514*	0,6827*	0,7602*	0,1600*	0,3496*	0,0595*
	BRIL	0,5916*	0,9891*	0,7004*	0,4168*	0,5839*	0,1328*	0,4081*	0,9509*	0,1036*	0,0103*	0,5718*	0,0543*	0,3861*	0,5680*
AROMA	AACD	0,8375*	0,9403*	0,0530*	0,1192*	0,1536*	0,1173*	0,1446*	0,3376*	0,1896*	0,2735*	0,2967*	0,5313*	0,7776*	0,0517*
	ADOC	0,7439*	0,7074*	0,1077*	0,8248*	0,6590*	0,0533*	0,4052*	0,5505*	0,6924*	0,4044*	0,9651*	0,1047*	0,1963*	0,7125*
	ACAC	0,2404*	0,3601*	0,3724*	0,6255*	0,0564*	0,0531*	0,8647*	0,1581*	0,6670*	0,4525*	0,2421*	0,0547*	0,1693*	0,8198*
	AMAN	0,3936*	0,8960*	0,1630*	0,3560*	0,3050*	0,0512*	0,0592*	0,4882*	0,4525*	0,6613*	0,8790*	0,0586*	0,8070*	0,6978*
SABOR	AMAR	0,3458*	0,3878*	0,8986*	0,1461*	0,7562*	0,0532*	0,4042*	0,8805*	0,4527*	0,4405*	0,6642*	0,5221*	0,5991*	0,8676*
	GACD	0,0548*	0,9820*	0,1124*	0,5425*	0,0541*	0,3082*	0,2450*	0,8322*	0,0560*	0,8260*	0,6972*	0,1853*	0,6698*	0,4034*
	GDOC	0,6667*	0,5121*	0,9764*	0,8907*	0,6908*	0,0563*	0,4079*	0,3133*	0,6467*	0,2541*	0,4854*	0,8540*	0,6056*	0,2470*
	SCAC	0,7673*	0,9520*	0,3800*	0,0595*	0,4649*	0,3985*	0,5603*	0,2315*	0,7897*	0,4846*	0,5421*	0,0591*	0,0593*	0,7695*
	FRUT	0,9966*	0,8594*	0,4267*	0,0972*	0,7258*	0,3933*	0,5082*	0,4449*	0,5966*	0,9773*	0,6439*	0,2606*	0,2738*	0,1502*
	SAMA	0,1565*	0,0543*	0,7568*	0,3728*	0,6665*	0,1515*	0,0685*	0,4324*	0,9522*	0,9160*	0,6289*	0,4994*	0,4433*	0,0405*
	ADST	0,0837*	0,9695*	0,1426*	0,7304*	0,3112*	0,9375*	0,9120*	0,2367*	0,0528*	0,0548*	0,0846*	0,9395*	0,2195*	0,1547*
TEXTURA	FIRM	0,0593*	0,2188*	0,1186*	0,4069*	0,3726*	0,0512*	0,0592*	0,6646*	0,0531*	0,0532*	0,7935*	0,1456*	0,0518*	0,2814*
	DERR	0,5824*	0,0146*	0,5155*	0,3027*	0,6122*	0,0514*	0,0529*	0,2793*	0,1244*	0,1476*	0,9168*	0,0578*	0,4605*	0,0566*
	FRAT	0,0572*	0,1368*	0,2709*	0,3528*	0,2106*	0,0536*	0,1436*	0,5440*	0,4255*	0,1327*	0,2042*	0,8622*	0,4574*	0,6539*

271 (*) Valores de p de F_{repetições} significativos ao nível de 5%.

272 CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado;

273 AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado;

274 ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; FIRM: Firmeza; FRAT: Fraturabilidade; DERR: Derretimento.

275

276 A Figura 1 apresenta o perfil sensorial das amostras de chocolate com alto teor de cacau

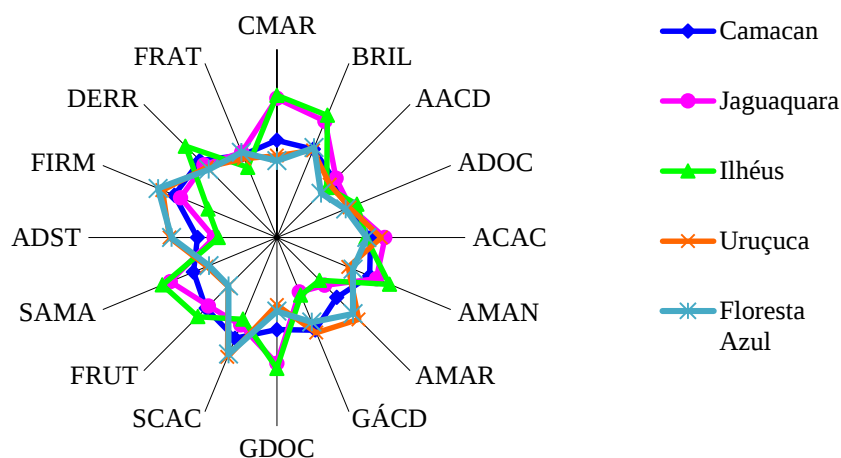
277 provenientes dos municípios de Camacan, Jaguaquara, Ilhéus, Uruçuca e Floresta Azul. O ponto

278 zero da escala do descritor é o centro, com a intensidade aumentando em direção às

279 extremidades da figura. O valor médio de cada descritor para cada amostra é marcado no eixo

280 correspondente, e o perfil sensorial é traçado pela conexão dos pontos (LEITE *et al.*, 2013).

Figura 1 - Perfil sensorial das amostras de chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.



CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GÁCD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento; FRAT: Fraturabilidade.

Observou-se que as amostras de Jaguaquara e Ilhéus apresentaram coloração marrom mais intensa, maior brilho, gosto doce mais intenso, assim como maior intensidade dos atributos sabor amanteigado e aroma amanteigado destas amostras. O mercado internacional classifica o cacau como comum (“bulk”) ou cacau fino, sendo este último definido como aquele de aroma especial (notas frutadas, florais, amadeiradas, nozes e carameladas).

As chocolates produzidos com cacau de Uruçuca e Floresta Azul apresentaram maior intensidade no sabor de cacau e gosto amargo, além dos atributos firmeza e adstringência. Por fim, a amostra de chocolate de Camacan apresentou intensidades intermediárias para todos os descritores gerados na ADQ.

A Tabela 4 apresenta a médias de cada atributo sensorial por amostra, obtidos na ADQ, assim como, os resultados do teste de Tukey.

Tabela 4 - Valores médios dos descritores sensoriais que caracterizam as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil, obtidos por provadores treinados usando ADQ®.

Descritores	Camacan	Jaguaquara	Ilhéus	Uruçuca	Floresta Azul	SMD**
Cor marrom	4.6 ± 0.6 b	6.6 ± 1.1 a	6.8 ± 1.1 a	3.9 ± 1.3 c	3.7 ± 1.6 c	0.54
Brilho	4.6 ± 1.2 b	6.0 ± 0.8 a	6.3 ± 0.8 a	4.5 ± 1.1 b	4.6 ± 1.3 b	0.83
Aroma ácido	3.9 ± 2.8 a	4.0 ± 1.6 a	3.4 ± 1.9 ab	3.6 ± 1.5 ab	3.0 ± 1.2 b	0.83
Aroma doce	3.7 ± 1.1 a	3.8 ± 1.2 a	4.1 ± 1.1 a	3.7 ± 1.3 a	3.5 ± 1.4 a	0.74
Aroma de cacau	4.5 ± 1.6 ab	5.1 ± 1.4 a	4.2 ± 1.6 b	5.0 ± 1.6 ab	4.3 ± 1.6 b	0.71
Aroma amanteigado	4.8 ± 1.0 b	5.1 ± 1.7 ab	5.8 ± 1.0 a	3.6 ± 1.3 c	3.9 ± 1.0 c	0.71
Gosto amargo	4.0 ± 1.5 b	3.2 ± 0.9 c	2.9 ± 0.7 c	5.5 ± 1.3 a	5.1 ± 1.0 a	0.82
Gosto ácido	4.8 ± 1.5 a	2.8 ± 1.2 b	3.0 ± 1.0 b	4.9 ± 1.5 a	4.4 ± 1.6 a	0.77
Gosto doce	4.4 ± 1.2 b	6.0 ± 0.9 a	6.2 ± 0.8 a	3.2 ± 1.4 c	3.5 ± 1.4 c	0.75
Sabor cacau	5.2 ± 1.2 b	4.5 ± 1.2 bc	4.2 ± 0.9 c	6.2 ± 1.0 a	6.0 ± 1.0 a	0.69
Sabor frutado	4.8 ± 0.6 ab	4.5 ± 1.5 b	5.3 ± 0.9 a	3.3 ± 1.4 c	3.3 ± 1.3 c	0.65
Sabor amanteigado	4.3 ± 1.4 b	5.5 ± 1.5 a	5.9 ± 1.3 a	3.6 ± 1.4 bc	3.5 ± 1.1 c	0.70
Adstringente	3.8 ± 1.7 b	3.0 ± 1.0 c	2.8 ± 0.9 c	5.1 ± 1.5 a	5.0 ± 1.4 a	0.71
Firmeza	5.3 ± 1.1 bc	5.0 ± 1.1 c	3.6 ± 1.4 d	5.9 ± 1.1 ab	6.1 ± 1.2 a	0.70
Derretimento	5.2 ± 1.5 b	4.9 ± 1.5 b	6.1 ± 1.1 a	4.7 ± 1.4 b	4.6 ± 1.6 b	0.68
Fraturabilidade	4.3 ± 1.4 ab	4.4 ± 1.9 a	3.6 ± 1.4 b	4.0 ± 1.4 ab	4.4 ± 1.8 a	0.80

*Médias na mesma linha acompanhadas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de significância.

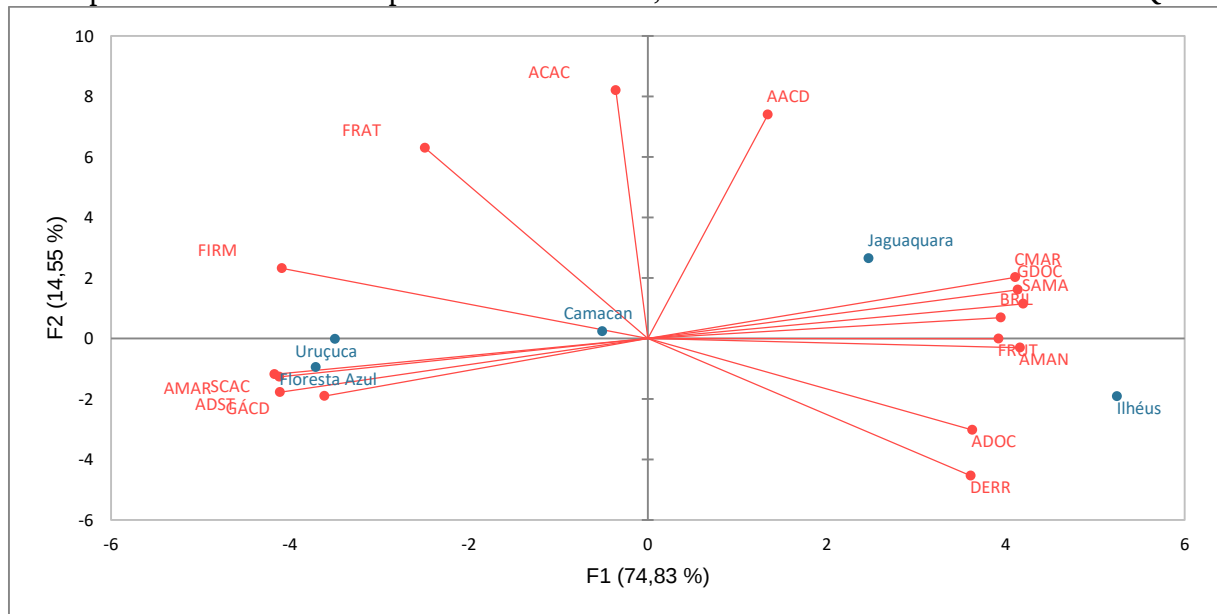
**DMS = diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pode-se verificar na tabela 4 que as amostras de chocolates diferiram entre si significativamente ($p < 0,05$) em todos os descritores, exceto no aroma doce, onde não foi possível verificar diferença significativa entre as amostras, portanto este descritor não foi útil para discriminar as amostras. *Morais et al.* (2014), afirmou em seus estudos que os atributos cruciais que determinam a aceitabilidade do consumidor em amostras de sobremesas lácteas de chocolate são doçura, sabor de chocolate ao leite, aroma doce e preenchimento na boca, enquanto o amargor e o gosto residual amargo foram os fatores de desgosto. As amostras dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus foram as que apresentaram maiores intensidades para os atributos cor marrom, brilho, aroma e sabor amanteigado, sabor adocicado, obtendo maior destaque entre as demais. As amostras de chocolates elaborados com cacau de Camacan, Uruçuca e Floresta azul, obtiveram maiores intensidades nos descritores sabor cacau e firmeza. Beckett (2009), infere que as duas maiores características que distinguem o chocolate são o sabor e a textura.

Segundo Peres (2018), a química e a avaliação sensorial do chocolate são ferramentas estratégicas para ajudar os produtores de cacau a decidir qual os materiais genéticos devem ser comercializados como cacau de sabor fino.

A Figura 2 apresenta o gráfico de Análise de Componentes Principais (ACP) onde cada amostra de chocolate é representada por municípios. As amostras são caracterizadas pelos vetores (atributos), que se apresentam mais próximo a elas. No presente estudo, os dois componentes principais foram utilizados conjuntamente e explicaram 89,38 % da variabilidade total observada entre os chocolates. Como pode ser observado, a amostra de Camacan é caracterizada como intermediária para todos os atributos. Amostra de Jaguaquara é caracterizada pela cor marrom, brilho, aroma ácido, gosto doce, sabor amanteigado. A amostra de Ilhéus é caracterizada pelo sabor frutado, aroma amanteigado, aroma adocicado e derretimento mais intenso.

Figura 2 - Projeção bidimensional da análise multivariada dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil e os termos descritores da ADQ.

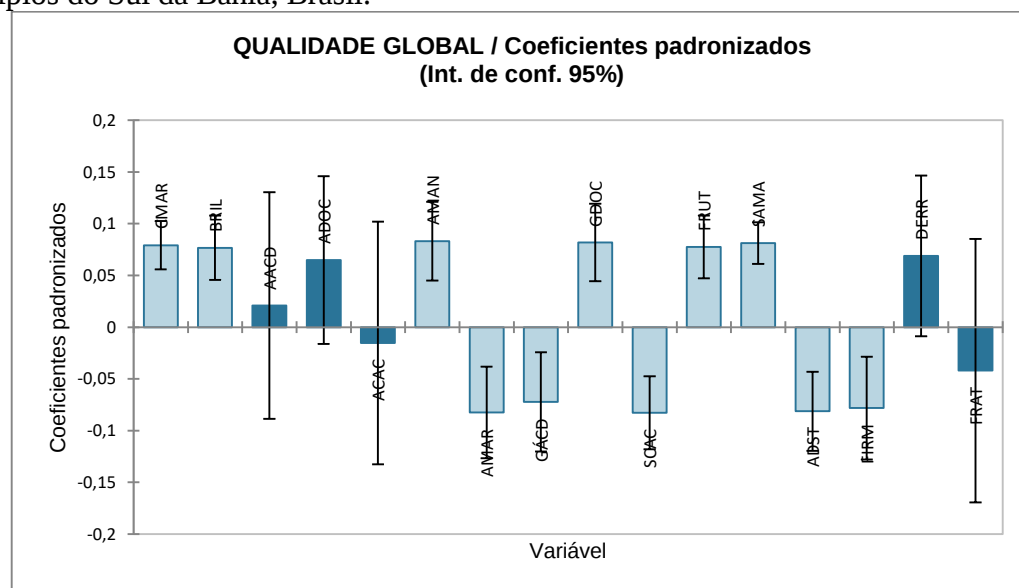


CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento; FRAT: Fraturabilidade.

Ainda na Figura 2, as amostras de Uruçuca e Floresta Azul são caracterizadas pelos atributos sabor de cacau, gosto ácido, gosto amargo e adstringente. Esta baixa complexidade aromática pode sugerir a necessidade de um ajuste no protocolo pós-colheita ou um manejo especial deste material para obter um chocolate de alta qualidade Virgens *et al.*, (2020). Características semelhantes foram encontradas nos estudos realizados por Thamke *et al.*, (2009), cujo o estudo foi baseado em identificar os principais atributos sensoriais de chocolates intensos por meio da escolha livre com consumidores.

A Figura 3 mostra a relação entre a aceitação global e a análise descritiva quantitativa por meio da regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS).

Figura 3 - Partial Least Square dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.



CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento; FRAT: Fraturabilidade

O PLS é um método multivariado que estabelece relações lineares entre um conjunto de preditores (bloco X, descritores sensoriais) e respostas (bloco Y, aceitabilidade do consumidor). O tamanho das colunas representa a influência, que pode ser positiva ou negativa, do atributo na aceitabilidade da amostra. A linha vertical representa um intervalo de 95% de confiança cruzando o eixo x, e o atributo correspondente não tem influência no direcionador das preferências dos consumidores (ALENCAR *et al.*, 2016). Observando o gráfico acima, nota-se que os atributos cor marrom, brilho, aroma amanteigado, gosto doce, sabor frutado, sabor amanteigado, se correlacionaram positivamente com a aceitação do chocolate (visto que a barra não cruza o eixo “x” e encontra-se na parte positiva do gráfico).

E, os atributos gosto amargo, gosto ácido, sabor cacau, adstringência e firmeza se correlacionaram negativamente com a aceitação dos chocolates (a barra não cruza o eixo “x” e encontra-se na parte negativa do gráfico). Deste modo, os demais atributos como aroma ácido, aroma doce, derretimento e fraturabilidade não contribuíram para a aceitação dos chocolates.

Virgens *et al.*, (2020), encontrou em seus resultados os atributos aroma doce, aroma frutado, aroma de baunilha, sabor doce, sabor frutado e derretimento contribuíram positivamente para a aceitação da cor escura das amostras de chocolate. Inversamente, os atributos sabor amargo, sabor ácido, sabor cacau, adstringência, e a firmeza correlacionaram-se negativamente com a aceitação das amostras. Os atributos marrons cor, brilho, aroma de

cacau, aroma de queimado, aroma amanteigado e fraturabilidade foram descritores sensoriais sem contribuição significativa para a aceitação dos consumidores.

De acordo com a tabela 5, é possível verificar os coeficientes de correlação entre os dezesseis descritores das amostras de chocolate provenientes das cultivares de diferentes municípios do Sul da Bahia. Observou-se alta correlação positiva entre os descritores cor marrom e gosto doce (0,93) e sabor amanteigado (0,94), bem como o gosto amargo e adstringência (0,96). Segundo Efraim, Alves e Jardim (2011), esta última correlação pode ser justificada devido ao maior teor de metilxantinas compostos responsáveis por amargor e adstringência que podem ser encontrados em derivados do cacau, como o chocolate.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação entre as médias dos atributos sensoriais obtidos na ADQ® dos chocolates provenientes de diferentes municípios do sul da Bahia, Brasil.

	CMAR	BRIL	ACID	ADOC	ACAC	AMAN	AMAR	GACID	DOCE	SCAC	FRUT	SAMA	ADST	FIRM	DERR	FRAT
CMAR	1,00	0,90	0,29	0,43	0,10	0,80	-0,89	-0,86	0,93	-0,91	0,79	0,89	-0,90	-0,85	0,66	-0,34
BRIL	0,90	1,00	0,16	0,54	0,13	0,80	-0,80	-0,90	0,83	-0,81	0,64	0,79	-0,78	-0,72	0,57	-0,24
ACID	0,29	0,16	1,00	0,00	0,47	0,25	-0,29	-0,02	0,32	-0,34	0,40	0,25	-0,41	-0,01	0,03	0,27
ADOC	0,44	0,50	0,00	1,00	-0,12	0,41	-0,40	-0,50	0,42	-0,45	0,41	0,45	-0,47	-0,51	0,62	-0,55
ACAC	0,10	0,13	0,48	-0,12	1,00	-0,08	0,07	-0,13	-0,00	0,06	-0,17	-0,01	0,01	0,23	-0,42	0,40
AMAN	0,80	0,80	0,25	0,41	-0,09	1,00	-0,89	-0,70	0,82	-0,83	0,87	0,87	-0,88	-0,72	0,64	-0,24
AMAR	-0,89	-0,80	-0,30	-0,40	0,08	-0,90	1,00	0,79	-0,95	0,91	-0,88	-0,94	0,95	0,79	-0,67	0,20
GACD	-0,86	-0,90	-0,02	-0,50	-0,13	-0,70	-0,79	1,00	-0,85	0,75	-0,55	-0,81	0,78	0,66	-0,48	0,17
DOCE	0,93	0,83	0,33	0,43	-0,00	0,82	-0,96	-0,85	1,00	-0,92	0,83	0,94	-0,96	-0,81	0,69	-0,22
SCAC	-0,91	-0,81	-0,34	-0,45	0,06	-0,84	0,92	0,76	-0,93	1,00	-0,84	-0,89	0,92	0,84	0,76	0,33
FRUT	0,79	0,64	0,40	0,41	-0,17	0,88	-0,88	-0,55	0,84	-0,85	1,00	0,82	-0,92	-0,82	0,79	-0,33
SAMA	0,90	0,80	0,25	0,45	-0,02	0,87	-0,94	-0,82	0,94	-0,89	0,82	1,00	-0,93	-0,81	0,67	-0,33
ADST	-0,90	-0,78	-0,41	-0,48	0,01	-0,88	0,96	0,78	-0,96	0,92	-0,92	-0,94	1,00	0,79	-0,69	0,23
FIRM	-0,85	-0,72	-0,01	-0,51	0,23	-0,72	0,80	0,66	-0,81	0,84	-0,82	-0,81	0,79	1,00	-0,91	0,63
DERR	0,66	0,58	0,03	0,62	-0,42	0,64	-0,67	-0,48	0,69	-0,76	0,80	0,68	-0,70	-0,92	1,00	-0,65
FRAT	-0,34	0,24	0,27	-0,55	0,41	-0,25	0,20	0,17	-0,22	-0,34	-0,33	-0,33	0,23	-0,63	-0,65	1,00

CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento; FRAT: Fraturabilidade

Inversamente, houve alta correlação negativa entre gosto amargo e gosto doce (-0,96), além de sabor amanteigado (-0,94); gosto doce e adstringência (-0,96), e adstringência com sabor amanteigado (-0,94). Heimdal *et al.* (2013), também encontraram correlação negativa entre adstringência e doçura no cacau. Sugerindo que a adstringência é capaz de mascarar a percepção de doçura no cacau e seus derivados.

Houve alta correlação negativa entre firmeza e derretimento (-0,92). Segundo os estudos de Martins (2018) sobre a cultivares de cacau da região Sul da Bahia para a produção de chocolates finos, também foi encontrado uma alta correlação negativa entre firmeza e derretimento (-0,94), demonstrando que as amostras mais firmes apresentaram menor sensação de derretimento.

Leite *et al.*, (2013) obteve em seus estudos sobre perfil sensorial dos chocolates o equivalente a 96,6% da variabilidade total na Análise de Componentes Principais, além de altas

correlações entre as características sensoriais, como correlação positiva de aroma de chocolate, sabor de chocolate, amargor, aroma tostado e sabor torrado com a cor marrom, e correlação negativa do amargor e sabor torrado com doçura, firmeza e qualidade do derretimento.

3.1.2 Teste de Aceitação

Os resultados do teste de aceitação das cinco amostras de chocolate com alto teor de cacau, realizado pelos consumidores (n = 112) são apresentados na Tabela 6. Estes resultados revelaram que, de modo geral, houve aceitação acima do termo “nem gostei/nem desgostei” de todos os chocolates junto aos consumidores, demonstrando que todos os chocolates ficaram fora da rejeição. No entanto, as amostras não diferiram entre si no atributo aroma. O chocolate produzido com o cacau proveniente de Ilhéus apresentou as maiores médias de aceitação em todos os atributos, se destacando em relação a outros chocolates, e se aproximando os chocolates de Camacan e Jaguaquara em relação a atributos importantes como a aparência e textura.

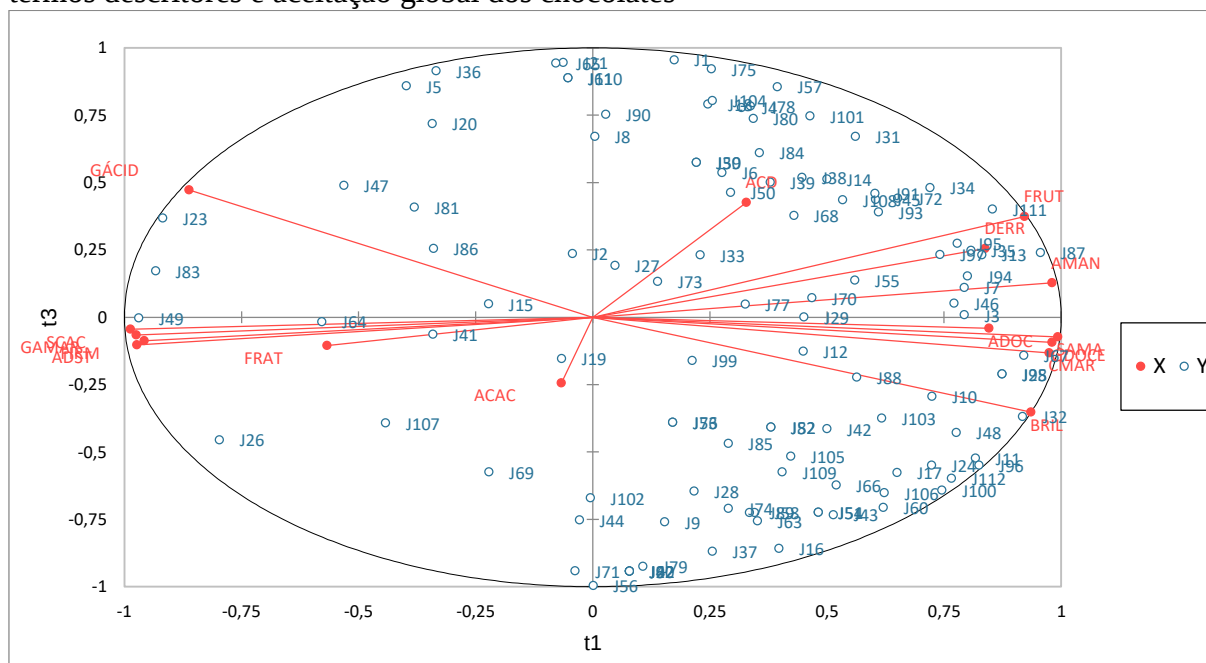
Tabela 6 - Médias do teste de aceitação, por consumidores (n=112), para as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.

Atributos	Camacan	Jaguaquara	Ilhéus	Uruçuca	Floresta Azul	SMD
Aparência	7,97 ba ± 1,30	7,66 b ± 1.44	8,21 a ± 1.07	7,62 b ± 1.61	8,08 a ± 1.17	0.39
Aroma	6,70 a ± 1.57	6,90 a ± 1.55	7,08 a ± 1,47	6,80 a ± 1.71	6,70 a ± 1.51	0.49
Sabor	6,60 ab ± 1,91	6,59 bc ± 1.93	6,90 a ± 1.70	5,62 c ± 2.11	5,82 c ± 2.11	0.63
Textura	7,29 b ± 1.63	7,49 ba ± 1.54	7,80 a ± 1.28	7,06 b ± 1.71	7,11 b ± 1.64	0.50
Q. Global	6,63 bc ± 1.64	6,95 ba ± 1.61	7,26 a ± 1.44	6,17 c ± 1.89	6,32 c ± 1.94	0.53

*Médias na mesma linha acompanhadas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de significância.

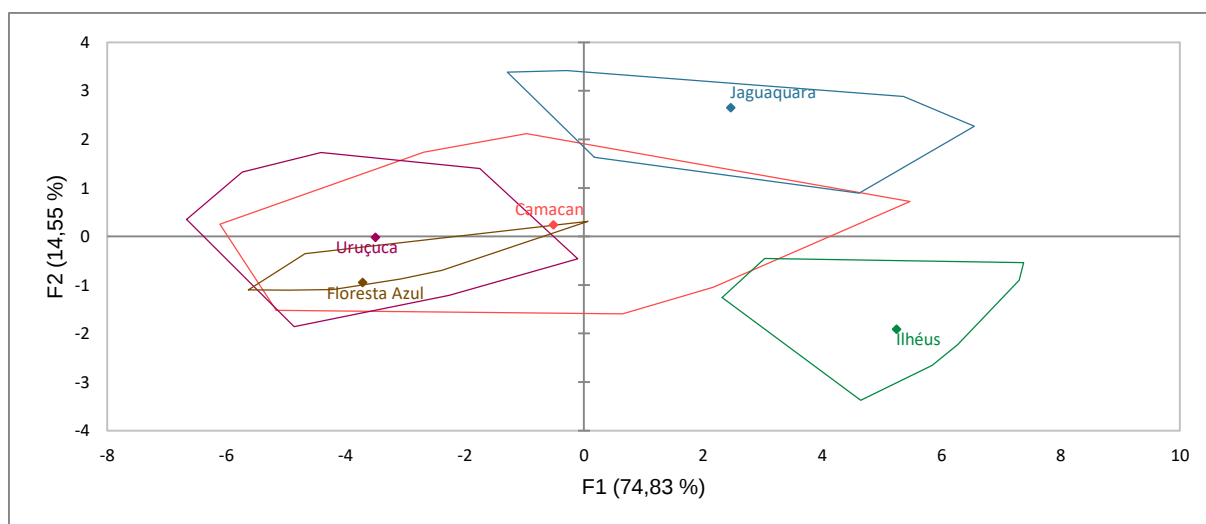
De acordo com o mapa de preferência externo na Figura 4, obtido pela regressão dos quadrados mínimos parciais, dos dados descritivos das notas do atributo da qualidade global, observa-se no gráfico 4A, onde a letra J junto aos números representa cada consumidor, que a alta densidade dos pontinhos nas amostras são mais preferidas que as outras.

Figura 4 - Análise multivariada das amostras dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil. 4A: Mapa de Preferência Externo dos termos descritores e aceitação global dos chocolates



CMAR: Cor Marrom; BRIL: Brilho; AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GACD: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado; ADST: Adstringência; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento; FRAT: Fraturabilidade

4B: Agrupamento das amostras de chocolates com alto teor de cacau provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.



Nos quadrantes superior e inferior direito, os atributos aroma amanteigado, aroma doce, aroma ácido, sabor amanteigado, gosto doce, cor marrom brilho, sabor frutado, derretimento foram as características mais intensas nas amostras das localidades de Ilhéus e Jaguaquara, respectivamente, estão entre as amostras com maior grau de aceitação entre os consumidores,

conforme pode ser conferido no gráfico 4B. Estes atributos podem ser considerados direcionadores de preferência, e as maiores intensidades podem ter contribuído para a maior aceitação das amostras de Jaguaquara e Ilhéus que receberam a maior nota de aceitação global.

Por outro lado, as amostras de Camacan, Uruçuca e Floresta Azul, localizadas nos quadrantes superior e inferior esquerdo, conforme o gráfico 4B, obtiveram menor aceitação entre os consumidores provavelmente devido a presença de maiores intensidades de adstringência, aroma cacau, gosto amargo, gosto ácido, sabor cacau, fraturabilidade e firmeza que foram atributos relacionados a uma menor aceitação dos chocolates pelos consumidores. Segundo as pesquisas encontradas por Morais *et al.* (2014), o gosto residual amargo torna os produtos menos agradáveis aos consumidores.

3.2 Compostos Voláteis

3.2.1 Concentração Relativa de Compostos Voláteis

Foram identificados por HS-SPME-GC-MS um total de 30 compostos, sendo classificados como Ácidos (3), Álcoois (4), Alcaloide (1), Aldeído (4), Cetonas (2), Ésteres (8), Monoterpenos (5) e Pirazinas (3), predominando os ésteres, monoterpenos, álcoois e aldeídos, conforme a tabela 7. Waehrens *et al.*, (2016), em seu estudo sobre compostos voláteis em chocolate, identificou sessenta e nove moléculas no total, compreendendo ácidos, álcoois, aldeídos, ésteres, cetonas, pirazinas, terpenos, pirróis e dez outros compostos, em sete diferentes amostras de chocolate. Os chocolates mais intensos são os mais complexos, sendo identificado a maioria dos compostos em chocolates com percentuais acima de 70% de cacau.

Tabela 7 - Composição relativa (%) média dos COVs identificados nas diferentes amostras de chocolate provenientes de diferentes municípios do Sul da Bahia, Brasil.

No.	Compostos Químicos	tR ^a (min)	IRL ^b _{EXP}	IRL ^c _{LIT}	Aromas	Municípios dos Chocolates				
						Camacan	Jaguaquara	Ilhéus	Uruçuca	Floresta Azul
<i>Ácido</i>										
1	Ácido acético	4,064	-	645	Vinagre, azedo ¹	39,95	26,72	31,97	33,42	35,73
2	Ácido octanóico*	44,060	1184	1184	Gorduroso, rançoso ³	0,05	0,05	0,06	0,14	0,18
3	Ácido palmítico	66,527	1965	1965	-	0,08	0,12	0,12	0,22	0,21
	Total					40,08	26,89	32,15	33,78	36,12
<i>Álcool</i>										
4	2,3-butanediol	9,494	-	789	Manteiga de cacau ²	20,41	9,80	8,31	20,87	9,39
5	2-Etil hexanol*	34,489	1037	1037	Cítrico, fresco, floral, doce	0,35	0,38	0,31	0,36	0,31
6	2-nonanol	39,084	1102	1102	Frutado, laranja cítrica	2,27	1,12	-	3,22	1,19
7	Benzenoetanol	39,536	1110	1110	-	2,93	4,60	1,83	3,34	3,41
	Total					25,96	15,90	10,45	27,79	14,30
<i>Alcaloíde</i>										
8	Cafeína	65,662	1858	1842	-	0,04	0,06	0,03	0,10	0,10
	Total					0,04	0,06	0,03	0,10	0,10
<i>Aldeído</i>										
		27,837			-					
9	Benzaldeído*		966	966	Doce, amêndoa amarga, cereja ¹	0,48	0,65	0,57	0,43	0,75
		32,296			Gordo, sabão, limão, verde ³					
10	Octanal*		1004	1004		0,10	0,13	0,09	0,21	0,09
11	2-fenil-5-metil-2-hexenal	56,745	1475	1482	Cacau ²	0,08	0,15	0,14	0,45	0,17
12	α-Etilideno	48,522	1274	1274	-	0,13	0,34	0,27	0,37	0,27
	Total					0,79	1,27	1,07	1,46	1,28
<i>Cetonas</i>										

13	2-nonanona	38,464	1093	1093	Florido, frutado ²	2,00	0,26	0,59	2,66	0,81
14	Piranona	41,445	1142	1140	-	0,16	0,19	0,07	1,07	0,32
	Total Éster					2,16	0,45	0,66	3,73	1,13
15	Etil benzoate*	43,309	1172	1172	-	0,14	0,09	0,10	0,18	0,09
16	Ácido octanóico*	45,039	1199	1199	Frutado, floral, abacaxi, florido Doce, frutado, mel, cacau, maçã, amadeirado*	0,19	0,25	0,23	0,49	0,70
17	Fenilacetato de etila	47,302	1248	1248	-	0,41	0,34	0,23	0,63	0,32
18	β-Acetato de fenetila	47,847	1260	1260	-	1,52	2,43	2,34	2,40	2,23
19	Benzoato de butila	53,422	1394	1389	-	0,69	0,72	0,71	1,09	0,91
20	Dodecanoato de etila	59,980	1595	1595	Frutado ²	0,04	0,13	0,14	0,06	0,14
21	Palmitato de metila	66,272	1928	1928	-	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01
22	Palmitato de etila	66,730	1994	1994	Ceroso, verde claro	0,05	0,09	0,07	0,06	0,09
	Total Monoterpenos					3,05	4,06	3,88	4,92	4,49
23	Mirceno*	31,244	994	994	Amadeirado, cenoura	0,19	0,25	0,19	0,15	0,15
24	D-limoneno*	33,801	1027	1027	Cítrico, laranja, doce	9,58	6,25	4,11	3,60	2,49
25	Y-Terpinenos	36,045	1060	1060	-	0,23	0,38	0,22	0,25	0,13
26	Linalol*	38,906	1096	1096	Floral, rosa, doce ¹	0,98	0,29	-	1,25	0,28
27	Oxido de Linalol	43,578	1176	1173	floral, cítrico ¹	0,24	0,21	0,09	0,21	0,17
	Total Pirazinas					11,22	7,38	4,61	5,46	3,22
28	Tetrametilpirazina	37,906	1086	1086	Café, cacau, chocolate ²	5,64	2,73	2,68	2,78	6,12
29	Trimetilpirazina	31,968	999	999	Cacau, nozes	0,23	0,18	0,13	0,33	0,09

463 ^aIdentificação confirmada por comparação com os espectros de massas e tempos de retenção de padrões analíticos.
464 IRL^b_{EXP} = índice de retenção relativo ao padrão de n-alcenos (C₇ a C₂₀) obtido em coluna capilar HP-5 MS. IRL^c_{LIT}
465 = índice de retenção publicado na literatura. n= 4 réplicas por amostra.
466 *Os compostos foram confirmados com o padrão.
467 Descrição dos odores segundo ¹APROTOSOAI; LUCA; MIRON, 2016; ²ROTTIERS *et al.*, 2019; ³AFOAKWA,
468 2008.
469

477 *Álcoois e Fenóis.* O aroma de manteiga de cacau (SCHWAN; WHEALS, 2004), alusivo
478 ao 2,3-butanediol, muito apreciado nos produtos cacauzeiros de alta qualidade
479 (APROTOSOAIE; LUCA; MIRON, 2016), apresenta-se em prevalência nesse grupo, com
480 maiores concentrações no municípios de Uruçuca (20,87%) e Camacan (20,41%). Os álcoois
481 voláteis estão presentes no *liquor* de cacau e no chocolate, são produzidos durante a
482 fermentação dos carboidratos contidos nas sementes do cacau. Em geral, grandes quantidades
483 de álcoois são desejáveis para se obter um produto final caracterizado por doce e com notas
484 florais, sendo desejável sua presença no cacau fino (ASCRIZZI *et al.*, 2017; RODRIGUEZ-
485 CAMPOS *et al.*, 2012). Também foram identificados nesse grupo os compostos benzenoetanol,
486 2-etil-hexanol e 2-nonanol, este último composto não foi encontrado nas amostras de chocolate
487 do município de Ilhéus.

488 *Alcaloíde*. Neste grupo de composto não volátil, somente a cafeína foi identificada nas
489 amostras de chocolate de todos os municípios estudados. O sabor de chocolate reside não
490 apenas em uma fração aromática volátil de componentes ativos de sabor, mas também em
491 componentes não voláteis (AFOAKWA, 2008). Amargor (classificado como um dos quatro
492 sabores primários, juntamente com doce, azedo e salgado) e adstringência (uma sensação
493 trigeminal) têm sido fortemente ligados em produtos de cacau a compostos principalmente não
494 voláteis (JANUSZEWSKA, 2018). A teobromina e a cafeína, por exemplo, são alcaloides que
495 contribuem para o sabor amargo típico do cacau (APROTOSOAI; LUCA; MIRON, 2016).

496 *Aldeídos e Cetonas.* No grupos dos aldeídos foram encontrados os compostos
497 benzaldeído, octanal e 2-fenil-5-metil-2-hexenal. Segundo Afoakwa (2008), aldeídos de
498 aminoácidos desempenham papéis importantes no equilíbrio do sabor tardio do chocolate.

499 No grupo das cetonas observou-se a presença de piranona e 2-nonanone, este último não
500 foi identificado nas amostras do município de Ilhéus. Altas concentrações de cetonas são
501 propícias para a produção de cacau de boa qualidade, com notas frutadas e florais (BASTOS *et*
502 *al.*, 2019). De acordo com Lemarcq *et al.* (2022), níveis mais altos de cetonas em chocolates
503 podem ser o resultado de reações de oxidação aumentadas da manteiga de cacau ou da oxidação
504 dos álcoois presentes.

505 *Ésteres.* O maior número de compostos identificados pertencem a esta classe. Os ésteres
506 são a segunda classe mais importante de compostos voláteis depois das pirazinas, que conferem
507 um sabor frutado ao cacau e seus derivados (RODRIGUEZ-CAMPOS *et al.*, 2012).
508 Fenilacetato de etila (sabores de frutas, doces e mel) foi um dos ésteres desejável encontrado
509 em amostras com alto teor de grãos de cacau fermentados, é definido como um dos compostos
510 mais importantes no aroma do cacau (ANDRADE, 2021; CEMIN, 2022). Oliveira (2022),
511 concluiu em seus estudos sobre os *nibs* de cacau dos mesmos municípios avaliados que houve
512 no período temporão uma presença mais acentuada de ésteres e pirazinas, e menores de ácidos,
513 o que proporcionaria um chocolate de boa qualidade.

514 *Monoterpenos.* Mirceno, d-limoneno, terpineno, linalol e oxido de linalol, foram
515 encontrados nas amostra de chocolates estudadas. O limoneno, composto da classe dos
516 terpenos, foi encontrado em todos os chocolates analisados. O limoneno é um potencial
517 marcador de aroma para chocolates derivados da América do Sul (CALVA-ESTRADA *et al.*,
518 2020). Em contrapartida, o linalol não foi identificado nas amostra de chocolate do município
519 de Ilhéus. Estudos apontam que além da relação geográfica e da variedade a qual o cacau
520 pertence, outros aspectos são influentes para a caracterização do cacau em tipo fino. A relação
521 do teor teobromina/ cafeína assim como o teor de linalol que confere aromas de flores e chá,
522 apreciados no cacau (OLIVEIRA, 2022).

523 *Pirazinas.* A maioria das pirazinas são obtida da Degradação de Strecker e reações de
524 *Maillard*, principalmente presentes em alimentos processado sob condições de alta temperatura
525 e baixa umidade (APROTOSOAIE; LUCA; MIRON, 2016). Segundo Ascrizzi *et al.* (2017), as
526 pirazinas, representam o grupo químico mais importante em produtos de cacau. Essa classe é
527 reconhecida por notas de torrado, queimado e nozes, e estão presentes, principalmente, em
528 alimentos processados em condições de alta temperatura e baixa umidade. As pirazinas são

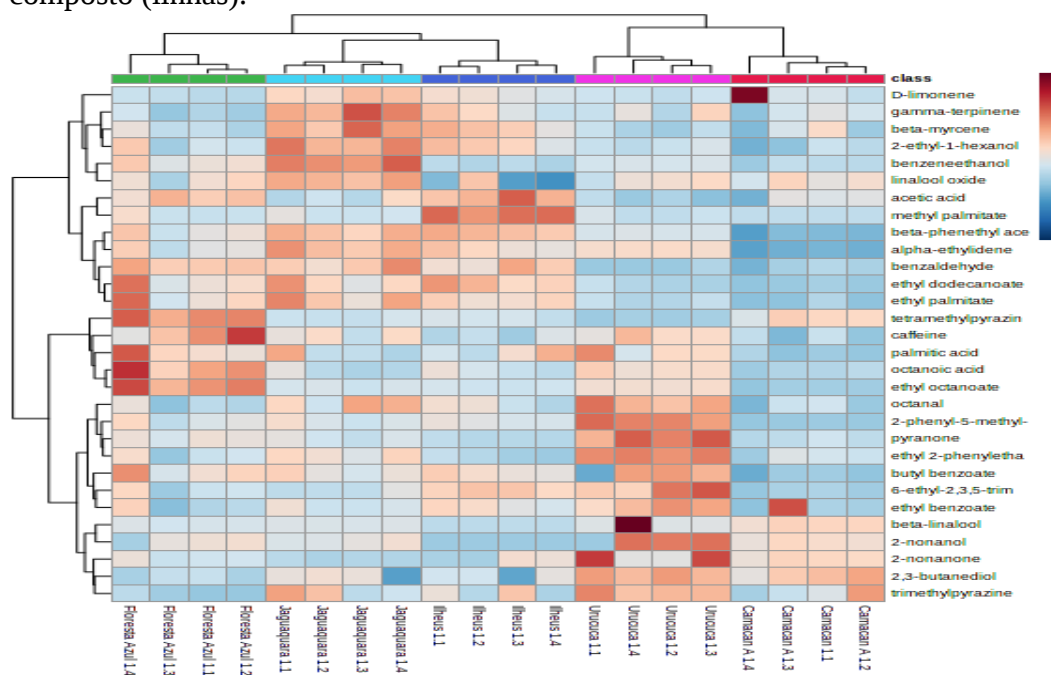
produzidas pela reação de *Maillard*, responsável pela síntese de compostos aromáticos que conferem essas notas características a alimentos cozidos, torrados e grelhados.

3.2.2 Perfil dos Compostos Voláteis e Sensorial das Amostras de Chocolate

O perfil de compostos voláteis de aroma do chocolate é formado por diferentes classes químicas, como ácidos, álcoois, aldeídos, alcanos, aromáticos, cetonas, ésteres, furanos, lactonas, pirazinas, pirróis e terpenos.

Conforme a figura 5, pode-se observar por meio do mapa de calor, que há uma alta prevalência de compostos nas amostras dos municípios de Uruçuca, Floresta Azul e Jaguaquara. Conforme Cevallos-Cevallos *et al.* (2018), os mapas de calor são ferramentas utilizadas para visualização dos níveis de metabólitos e são comumente construídos usando valores médios sem considerar a variação entre as amostras. Deste modo, de acordo com o mapa de calor agrupado que permite uma visualização resumida dos compostos voláteis bruto, é possível verificar que o município de Floresta Azul apresentou em suas amostras um grupo hierárquico de compostos como a cafeína, ácido octanóico, tetrametilpirazina, ácido palmítico e dodecanoato de etila.

Figura 5. Mapa de calor agrupado dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil (colunas) em relação aos seus escores sensoriais por composto (linhas).

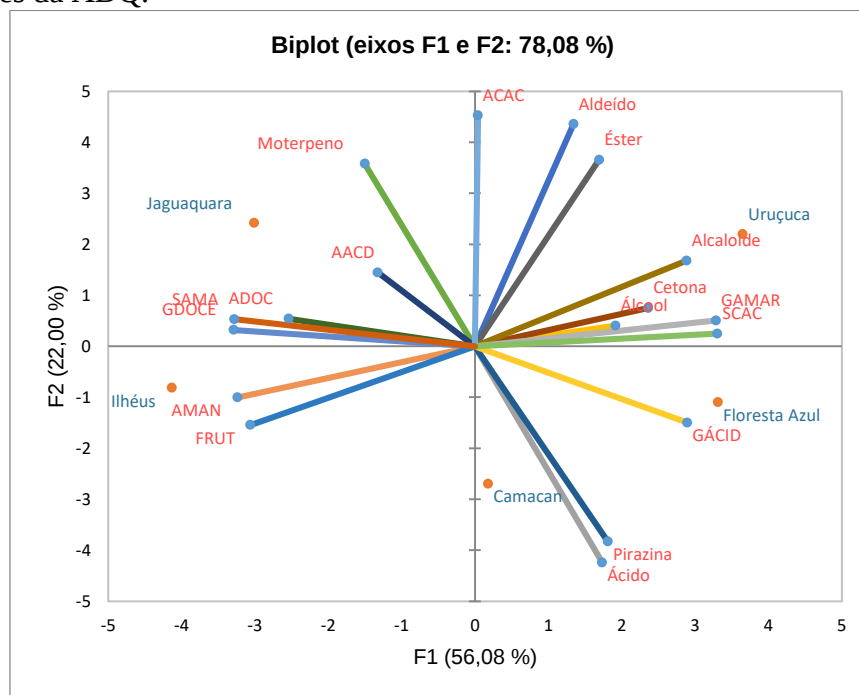


*A cor de cada bloco do Heatmap indica o tipo/força da correlação para uma determinada combinação origem-composto. A cor vermelha indica abundância maior, enquanto a cor azul indica abundância menor.

No município de Jaguaquara foi possível identificar que a maioria dos compostos presentes nas amostras de chocolates pertencem a classe dos monoterpenos como o d-limoneno, terpineno, mirceno, benzenoetanol e óxido de linalol, além do ácido 2-etil hexanol. Os chocolates do município de Ilhéus os compostos ácido acético, palmitato de metil, β -Acetato de fenetila, benzoato de butila, dodecanoato de etila, palmitato de etila, benzaldeído e α -etilideno. Ao passo que, no município de Uruçuca foram encontrados compostos como octanal, 2-fenil-5-metil, piranona, benzoato de butila, 2-nonanol, 2-nonanone, 2-3 butanediol, trimetilpirazina. Ressalta-se que, amostras do município de Camacan apresentaram uma baixa prevalência de intensidade hierárquica dos compostos, sendo identificado o 2-nonanol, 2-nonanone, 2-3-butanediol e linalol. Calva-Estrada *et al.* (2020), considerou em seus estudos que o 2-álcool feniletílico, ácido 2-metilpropanóico, 2,3-butanodiol, 2-nonanona e limoneno como potenciais marcadores de aroma para chocolates derivados da América do Sul.

A Figura 6 apresenta o gráfico de Análise de Componentes Principais (ACP) com uma análise multivariada dos compostos voláteis encontrados nos chocolates e os termos descritores da ADQ. Os dois grupos de componentes principais conjuntamente explicaram 78,08% da variabilidade total observada entre os chocolates. É possível identificar que houve diferença nos municípios entre os termos descritores da ADQ e os compostos voláteis. Um dos grupos que representa 56,08% da variabilidade pode ser descrito como altamente aromático por descrever pontuações sensoriais médias frutadas, florais e doces mais predominantes (PENELLA, 2023), como gosto doce, sabor amanteigado, sabor frutado, aroma amanteigado, aroma ácido e aroma adocicado. Além de compostos voláteis da classe dos monoterpenos, como o d-limoneno e linalol. Os municípios prevalentes nesse grupo foram Jaguaquara e Ilhéus.

Figura 6 - Projeção bidimensional da análise multivariada dos compostos voláteis dos chocolates com alto teor de cacau provenientes de municípios do Sul da Bahia, Brasil e os termos descritores da ADQ.



Termos descritores da ADQ: AACD: Aroma Ácido; ADOC: Aroma Adocicado; ACAC: Aroma de Cacau; AMAN: Aroma Amanteigado; AMAR: Gosto Amargo; GÁCID: Gosto Ácido; GDOC: Gosto Doce; SCAC: Sabor de Cacau; FRUT: Sabor Frutado; SAMA: Sabor Amanteigado.

No segundo grupo, que representou 22% da variabilidade das amostras de chocolates, foi possível identificar a concentração da maioria das classes de compostos voláteis como pirazinas, ácido, aldeídos, cetonas, ésteres e alcaloides, como a cafeína, corroborando com os resultados encontrados no mapa de calor Figura 5. Além de atributos sensoriais como gosto amargo, sabor cacau, aroma cacau e sabor amargo. Os municípios que apresentaram essas características foram Uruçuca, Floresta Azul e Camacan.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, é possível inferir que os chocolates produzidos com as amostras de cacau dos municípios de Jaguaquara e Ilhéus se destacaram em relação aos chocolates dos outros municípios, no que tange ao objetivo do estudo para a produção de chocolates com alto teor de cacau e de origem. Essas variedades resultaram em chocolates com características especiais (gosto doce, notas de aroma e sabor amanteigado; aroma e sabor frutados, respectivamente) e apresentaram maior preferência entre os consumidores. Ao passo que, o chocolate de Camacan, Uruçuca e Floresta Azul, obtiveram menor aceitação entre os consumidores, para as características mais desejadas em chocolates com alto teor de cacau.

O perfil volátil dos chocolates do sul da Bahia foi caracterizado por 8 grupos de compostos: Ácidos, Álcoois, Alcaloide, Aldeído, Cetonas, Ésteres, Monoterpenos e Pirazinas, predominando de modo geral os ésteres sendo o fenilacetato de etila um dos ésteres desejável encontrado. Os demais grupos prevalentes foram dos monoterpenos, os álcoois e aldeídos. As análises de PCA demonstraram que o perfil dos compostos voláteis corroboraram com os resultados obtidos no mapa de calor. Este estudo mostra que apenas as variedades de cacau dos municípios de Ilhéus e Jaguaquara resultam em chocolates de alto teor de cacau com características sensoriais impactantes, podendo assim serem considerados para emprego de produção de chocolate deste segmento.

Contribuição dos Autores:

Joelaine de Jesus Santana: Conceituação, Curadoria de dados, Metodologia, Validação, Investigar, projetar e realizar os experimentos, Redação-revisão e Edição. **Janaína Alves de Carvalho:** Curadoria de dados. **Manuela Barreto do Nascimento:** Curadoria de dados, realizar experimentos. **Ligia Regina Radomille de Santana:** Curadoria de dados, Análise formal, Metodologia- avaliação sensorial, Redação-revisão e edição, Supervisão, Responsabilidade primária pelo conteúdo final. **Paulo Roberto Ribeiro de Mesquita:** Curadoria de dados. **Sergio Eduardo Soares:** Conceituação, Administração do projeto, Supervisão, Aquisição de financiamento, Responsabilidade primária pelo conteúdo final. **Adriana Cristina Reis Ferreira:** Administração do projeto, Aquisição de financiamento.

Conflitos de Interesse:

Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes conhecidos ou relacionamentos pessoais que possam parecer influenciar o trabalho relatado neste artigo.

Agradecimentos

Ao CIC e ao CETAB pela parceria para desenvolvimento desse trabalho.

Referências

ABICAB - Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Cacau, Balas e Derivados. **Agronegócio do Cacau no Brasil.** 2021. Disponível em: <http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/163008234461291528ba83f.pdf> Acesso em: 20 dez. 2022.

- 632 ACULEY, P. C.; SNITKJAER, P.; OWUSU, M.; BASSOMPIERE, M.; TAKRAMA, J.;
 633 NORGAARD, L.; PETERSEN, M. A.; NIELSEN, D. S. Ghanaian cocoa bean fermentation
 634 characterized by spectroscopic and chromatographic methods and chemometrics. **Journal**
 635 **Food Science**, v. 75, p. 300-307, 2010.
- 636 AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.
- 637 AFOAKWA, E. O. *et al.* Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical
 638 review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 840-857, 2008.
- 639 AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; VIEIRA, J. Microestrutura e propriedades
 640 mecânicas relacionadas à distribuição granulométrica e composição em chocolate amargo.
 641 **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 44, p.111–119, 2009.
- 642 ALENCAR, *et al.* Sensory characterisation of gluten-free bread with addition of quinoa,
 643 amaranth flour and sweeteners as an alternative for coeliac patients. **International Journal of**
 644 **Food Science and Technology**, v. 54, p. 872-879, 2016.
- 645 ANDRADE, A. B. **Efeito das amêndoas sub-fermentadas de cacau na elaboração de**
 646 **chocolates intensos: aceitação sensorial e estudo do perfil de voláteis**. 2021. Dissertação
 647 (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021
- 648 APROTOSOAIE, A. C.; LUCA, S. V; MIRON, A. Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa
 649 Products An Overview. **Comprehensive reviews in food science food safety**. v. 15, n. 1, p.
 650 73-91, 2016.
- 651 ASCRIZZI, R. *et al.* From the raw seed to chocolate: Volatile profile of Blanco de Criollo in
 652 different phases of the processing chain. **Microchemical Journal**, v. 133, p. 474-479, 2017.
- 653 BASTOS, V.S. *et al.* Dynamics of volatile compounds in TSH 565 cocoa clone fermentation
 654 and their role on chocolate flavor in Southeast Brazil. **Journal of Food Science and**
 655 **Technology** v. 56, p. 2874–2887 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03736-3>
- 656 BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4. ed. Oxford, UK: Wiley
 657 Blackwell, 2009.
- 658 BRASIL. **LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à
 659 propriedade industrial. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm>
 660 Acesso em: 27 out 2022.
- 661 CALVA-ESTRADA, S. J.; UTRILLA-VÁZQUEZ, M.; VALLEJO-CARDONA, A.;
 662 ROBLERO-PÉREZ, D. B.; LUGO-CERVANTES, E.; Thermal properties and volatile 78
 663 compounds profile of commercial dark-chocolates from different genotypes of cocoa beans
 664 (Theobroma cacao L.) from Latin America. **Food Research International**, v. 136, 109594,
 665 2020.
- 666 CEMIN, P. **Compostos Voláteis e sensorial descritiva de liquores de cacau do Brasil e seus**
 667 **chocolates**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos).
 668 Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Encantado, 2022.

- CEVALLOS-CEVALLOS, J. M. *et al.* Mudanças relacionadas ao tempo em compostos voláteis durante a fermentação de grãos de cacau a granel e de sabor fino (*Theobroma cacao*). **Journal of Food Quality**, vol. 2018, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1758381>
- DAMASIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v.31, n.2, p. 165-78, 1991.
- EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonoides durante a fermentação de sementes de cacau para fabricação de chocolate**. 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- EFRAIM, P.; ALVES, A.B.; JARDIM, D.C.P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. *Brazilian Journal Of Food Technology*, v. 14, p.181-201, 2011. <https://doi.org/10.4260/BJFT2011140300023>
- ESCOBAR, S.; SANTANDER, M.; ZULUAGA, M.; CHACÓN, I.; RODRÍGUEZ, J.; VAILLANT, F.; Fine cocoa beans production: Tracking aroma precursors through a comprehensive analysis of flavor attributes formation. **Food Chemistry**, v. 365, Article 130627, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130627>
- GAZE, L. V. *et al.* Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 3, p. 1443-1454, 2015.
- GOMES, C. L. *et al.* Sensory descriptive profiling and consumer preferences of beef strip loin steaks. **Food Research International**. v. 59, p. 76–84, 2014.
- HEYMANN, H.; LAWLESS, H.T. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer, 2010.
- HEIMDAL, H. *et al.* Relationship of sensory and instrumental aroma measurements of dark chocolate as influenced by fermentation method, roasting and conching conditions. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 5, p. 909-917, 2013.
- HINNEH, M. *et al.* Pod storage with roasting: A tool to diversifying the flavor profiles of dark chocolates produced from ‘bulk’ cocoa beans? (Part II: Quality and sensory profiling of chocolates). **Food Research International**. v. 132, p. 109-116, jun 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109116>
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. Cap. IV – Análise Sensorial. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. 1ª ed. Digital. São Paulo. P. 279-320.2008.
- JANUSZEWSKA, R. **Persuasores Ocultos em Cacau e Chocolate: Um Léxico de Sabor para Profissionais Sensoriais de Cacau e Chocolate**. Elsevier Science: Amsterdã, Holanda, 2018.
- LEITE, P. B.; BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v. 35, n. 2, p. 153-161, 2013

- 707 LEMARCQ, V.; MONTERDE, V.; TUENTER, E.; VAN DE WALLE, D.; PIETERS, L.;
 708 SIORIKI, E.; DEWETTINCK, K.; Flavor diversification of dark chocolate produced through
 709 microwave roasting of cocoa beans, **LWT**, v. 159, 2022, 113-198,
 710 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113198>
- 711 MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Cacau de
 712 Alta Qualidade. Portal do Governo Brasileiro, dez. 2022. Disponível em:
 713 [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-reconhecido-como-pais-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-reconhecido-como-pais-exportador-de-cacau-fino-e-de-aroma)
 714 [exportador-de-cacau-fino-e-de-aroma](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-reconhecido-como-pais-exportador-de-cacau-fino-e-de-aroma) Acesso em: 10 jan. 2023.
- 715 MARTINS, L. M. **Potencialidade de cultivares de cacau da região Sul da Bahia para a**
 716 **produção de chocolates finos**. 2018. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)
 717 - Universidade Federal de Bahia, Bahia, 2018.
- 718 MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC
 719 press, 2006.
- 720 MORAIS, E. C. *et al.* Prebiotic gluten-free bread: Sensory profiling and drivers of liking. **Food**
 721 **Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 248-254, 2014.
- 722 MOREIRA, I. M. V. **Sucessão microbiana e dinâmica de substratos e metabólitos durante**
 723 **a fermentação de três híbridos de cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivados no Sul da Bahia**.
 724 2013. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de
 725 Lavras, Lavras, 2013.
- 726 MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods-Marketing and**
 727 **R&DA pproaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605p.
- 728 OLIVEIRA, F. A. S. **Determinação de compostos voláteis presente nos nibs de cacau**
 729 **oriundos do sul da Bahia: foco na produção de chocolates finos e selo de denominação de**
 730 **origem**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal da
 731 Bahia, Salvador, 2022.
- 732 PENELLA, S. G. *et al.* Link between Flavor Perception and Volatile Compound Composition
 733 of Dark Chocolates Derived from Trinitario Cocoa Beans from Dominican Republic.
 734 **Molecules**, v. 28, p. 3805, 2023.
- 735 PERES, J. *et al.* Sensory Profile, Drivers of Liking, and Influence of Information on the
 736 Acceptance of Low-Calorie Synbiotic and Probiotic Chocolate Ice Cream. **Journal of Food**
 737 **Science**. v. 83, P. 1350-1359, Mai 2018
- 738 PFLANZER, S. B. *et al.* Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Food**
 739 **Science and Technology**, v. 30, n.2, p.391-398, 2010.
- 740 RODRIGUEZ-CAMPOS, J. *et al.* Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa
 741 (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components
 742 analysis. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 250-258, 2011.
 743 <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.028>.

- ROTTIERS, H., *et al.* A multipronged flavor comparison of Ecuadorian CCN51 and Nacional cocoa cultivars. **European Food Research and Technology**. v. 245, p. 2459–2478, (2019).
- SANTOS, G. B. M.; SANTOS, P. B. M.; SANTOS, A. M. dos. **Mercado de Cacau Fino no Brasil e no Mundo. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, CEPLAC**. 2016. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/chocolates-finos-e-de-aroma/mercados-de-cacau-fino/view>> Acesso em: 10 dez. 2022.
- SANTOS, E. S. L. *et al.* Genetic Structure and Molecular Diversity of Cacao Plants Established as Local Varieties for More than Two Centuries: The Genetic History of Cacao Plantations in Bahia, Brazil. **Plos One**, v. 10, 2015 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145276>
- SCHLÜTER, A; HÜHN, T.; H; KNEUBÜHL, M; K., CHATELAIN, K; ROHN, S; CHETSCHIK, I. Comparison of the Aroma Composition and Sensory Properties of Dark Chocolates Made with Moist Incubated and Fermented Cocoa Beans. **Revista de Química Agrícola e de Alimentos**. v. 70 , 4057-4065, 2022.
- SCHMIDT, F. L.; EFRAIM, P. **Pré-processamento de frutas, hortaliças, café, cacau e cana-de-açúcar**. 1ª ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E.; The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, n. 4, p. 205-221, 2004.
- STONE, H. *et al.* **Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis**. Descriptive Sensory Analysis in Practice, p. 23-34, 2004.
- THAMKE, I.; DURRSCHMID, K.; ROMA, H. Descrição sensorial de chocolates amargos por consumidores. Características de Diferentes Produtos de Bacalhau. **Journal of Sensory Studies**, Chicago, v. 25, p.294–314, 2010.
- VIRGENS, I. A. *et al.* Relação entre compostos bioativos e propriedades sensoriais de chocolate preto produzido a partir do Brasil cacau híbrido. **International Journal of Food Science and Technology**, v 56, p. 1905-1917, 2020. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14820>
- WAEHRENS, S. S.; ZHANG, S.; HEDELUND, P. I.; PETERSEN, M. A.; BYRNE, D. V.; Application of the fast sensory method ‘Rate-All-That-Apply’ in chocolate Quality Control compared with DHS-GC-MS. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51(8), pp. 1877-1887, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13161>