



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

LUCIMARA MIRANDA MARTINS

**POTENCIALIDADE DE CULTIVARES DE CACAU DA REGIÃO SUL DA BAHIA PARA
A PRODUÇÃO DE CHOCOLATES FINOS**

Salvador

2018

LUCIMARA MIRANDA MARTINS

**POTENCIALIDADE DE CULTIVARES DE CACAU DA REGIÃO SUL DA BAHIA PARA
A PRODUÇÃO DE CHOCOLATES FINOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal da Bahia, como cumprimento das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção de título de mestre.

Orientadora: Dra. Eliete da Silva Bispo.

Coorientadora: Dra. Ligia Regina Radomille de Santana.

Salvador

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Martins, Lucimara

Potencialidade de cultivares de cacau da região
Sul da Bahia para a produção de chocolates finos /
Lucimara Martins. -- Salvador, 2018.
87 f.

Orientadora: Eliete Bispo.

Coorientadora: Lígia Regina Santana.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em ciência de
alimentos) -- Universidade Federal da Bahia,
Faculdade de farmácia, 2018.

1. Theobroma cacao L. 2. Chocolate fino . 3.
Perfil sensorial. 4. Polifenóis. I. Bispo, Eliete. II.
Santana, Lígia Regina. III. Título.



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



TERMO DE APROVAÇÃO

LUCIMARA MIRANDA MARTINS

POTENCIALIDADE DE CULTIVARES DE CACAU DA REGIÃO SUL DA BAHIA PARA A PRODUÇÃO DE CHOCOLATES FINOS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) 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 22 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Eliete da Silva Bispo
Universidade Federal da Bahia
Orientadora

Dr^a. Aline Camarão Telles Biasoto
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dr. Leonardo Fonseca Maciel
Universidade Federal da Bahia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por proporcionar mais uma graça na minha vida, e por todas as providências que Ele me concedeu para concluir essa jornada; jamais conseguiria ir a algum lugar, se não fosse a mão de Deus sobre mim.

Aos meus familiares pelo incentivo, em especial, a minha mãe Lucidalva e as minhas irmãs Meire e Lívia.

À Universidade Federal da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, pela oportunidade de conhecimento.

Agradeço as minhas orientadoras, professora Eliete Bispo e professora Lígia Santana, pela confiança, incentivo e o conhecimento passado durante o mestrado.

Ao professor Sérgio Soares pela oportunidade de trabalhar junto ao projeto do cacau. E as professoras Aline Biazoto e Denise Viola pelo auxílio na análise estatística.

À Leonardo Maciel por toda sua atenção e disponibilidade durante a pesquisa.

Aos meus colegas do mestrado, em especial, Leila, Renata, Rita, Sergiane e Ivo. Obrigada pela companhia de vocês.

À Thamires, uma colega desde a graduação, que me ajudou muito durante a pesquisa, e a Ivía por toda atenção.

Agradeço à Lene e à Mira pela amizade; vocês foram bênçãos durante essa jornada, e desejo que nossa amizade seja para toda vida.

Às meninas da Iniciação Científica: Isabel Miranda, Hosana Rios e Tamires Reis; muito obrigada por trabalharem comigo durante a pesquisa.

À Fazenda Lajedo do Ouro e Riachuelo pelo fornecimento das amostras utilizadas nesse estudo.

Aos voluntários da equipe de análise sensorial do chocolate, pelo comprometimento com a pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

RESUMO

O cacau é um fruto de grande importância econômica, principalmente, para a produção de chocolate. O chocolate é apreciado mundialmente devido as suas características sensoriais e o chocolate com alto teor de cacau pode apresentar benefícios à saúde por ser rico em flavonoides e compostos fenólicos. As características sensoriais do chocolate são influenciadas pela variedade do cacau, etapas de beneficiamento e processamento, que são importantes para o desenvolvimento do aroma, sabor e cor típicos do chocolate, além de garantir a sua composição nutricional. O cacau se apresenta em três grupos: Trinitário, Criollo e Forastero. No mercado internacional, o cacau pode ser classificado como “*bulk*”, cacau fino ou cacau orgânico. O cacau *bulk* é um tipo padrão que não apresenta características aromáticas específicas. Já o cacau fino apresenta aromas especiais. O Brasil é o sétimo maior produtor de cacau, no entanto, não é considerado como produtor de cacau fino. Nesse contexto, é importante divulgar os resultados dos estudos com os cultivares produzidos no Sul da Bahia, a fim de intensificar a potencialidade do cacau brasileiro para a produção de chocolate fino. O presente trabalho teve como objetivo determinar o perfil sensorial e aceitação de chocolates produzidos a partir dos cultivares Pará/Parazinho, Ipiranga, CCN51 e PS1319, como também a composição química (fenólicos monoméricos, fenólicos totais, antocianinas e metilxantinas), capacidade antioxidante e as características de cor e textura. Os resultados das determinações químicas e físicas foram avaliados através do método estatístico não paramétrico e a diferença entre as médias foi determinada através do teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Os resultados das análises sensoriais foram submetidos à ANOVA e aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados sensoriais e químicos foram correlacionados por Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares* - PLS). As amostras de chocolate diferiram significativamente entre si quanto ao teor de teobromina, ácido gálico, catequina e cafeína (mg/g). Quanto às análises físicas, as amostras apresentaram diferença significativa quanto aos parâmetros dureza, mastigabilidade e luminosidade. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) determinou o perfil sensorial das amostras de chocolate e, revelou para a variedade Pará/Parazinho características como aroma ácido, aroma de cacau, aroma torrado, gosto amargo, adstringência e sabor de cacau mais intenso; a variedade Ipiranga foi caracterizada pelo aroma frutado, sabor frutado e derretimento mais pronunciado; a variedade CCN51 apresentou aroma adocicado, aroma amanteigado, gosto doce, sabor amanteigado, cor marrom e firmeza

mais intensa; e a variedade PS1319 revelou aroma ácido, sabor de cacau, gosto amargo e gosto ácido intenso. Nos testes com consumidores, as amostras provenientes das variedades Ipiranga e CCN51 (não diferiram significativamente entre si) receberam as maiores notas para o atributo qualidade global, assim como maior percentual de intenção de compra (88 %). Os chocolates das variedades Pará/Parazinho e PS1319 receberam as menores notas de aceitação pelos consumidores, que pode ser justificado pela maior intensidade de amargor, revelada no teste “*Just Right Scale*”. O teste CATA revelou descritores sensoriais similares aos encontrados na ADQ[®] para as amostras dos quatro cultivares estudados, explicando 86,63 % da variabilidade entre as amostras. As variedades de cacau CCN51 e Ipiranga apresentaram características especiais de aroma e sabor e, portanto, potencial para a produção de chocolates finos.

Palavras - chave: Theobroma cacao L., chocolate fino, perfil sensorial, polifenóis.

ABSTRACT

Cacao is a fruit of great economic importance, mainly for the production of chocolate. Chocolate is appreciated worldwide because of its sensory characteristics and chocolate with high cocoa content may have health benefits because it is rich in flavonoids and phenolic compounds that help prevent disease. The sensory characteristics of chocolate are influenced by the variety of cocoa, the steps of processing and the processing of the product that it are important for the development of the typical aroma, taste and color of chocolate, as well as ensuring its nutritional composition. Cacao is presented in three groups: Trinitarian, Criollo and Forastero. The international market classify the cacao as bulk, fine cocoa and special (or organic) cocoa. Cocoa bulk, or common cacao, is a type of standard cocoa that does not have specific aromatic characteristics. Fine cocoa has special aromas. Brazil is the seventh largest producer of cocoa, however, it is not considered as a producer of fine cocoa. In order to change the image of Brazilian cocoa in the international market, the Executive Committee of the Cacao Plan (CEPLAC) has developed projects to demonstrate that Brazilian cacao has characteristics of fine cocoa, being different from the fine cocoa produced in other countries, in relation to the environmental, technological and organoleptic factor. In this context, there is an imminent need to disseminate the results of the studies with the cultivars produced in South of Bahia, in order to intensify the potential of Brazilian cacao for the production of fine chocolate. The objective of this work was to determine the sensory profile and acceptance of chocolates produced from the cultivars ParáParazinho, Ipiranga, CCN51 and PS1319, as well as the chemical composition (monomeric phenolics, total phenolics, anthocyanins and methylxanthines), antioxidant capacity and the characteristics of color and texture. The results of the chemical and physical determinations were evaluated using the nonparametric statistical method and the difference between the means was determined using the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). The results of the sensorial analyzes were submitted to ANOVA and the Tukey test was applied ($p < 0.05$). Sensory and chemical data were correlated by Partial Least Squares (PLS). The chocolate samples differed significantly from each other as regards the content of theobromine, gallic acid, catechin and caffeine (mg / g). Regarding the physical analyzes, the samples showed a significant difference in the parameters hardness, chewing and luminosity. Quantitative Descriptive Analysis (ADQ) determined the sensorial profile of the chocolate samples and revealed for the Pará / Parazinho variety characteristics such as acid aroma, cocoa aroma, roasted aroma, bitter taste, astringency and more intense cocoa flavor; the Ipiranga variety was characterized by fruity aroma, fruity flavor and more pronounced melting; the CCN51 variety showed sweet aroma, buttery aroma, sweet taste, buttery flavor, brown color and more intense firmness; and the PS1319 variety showed acid scent, cocoa flavor, bitter taste and intense acid taste. In the consumer tests, samples from the Ipiranga and CCN51 varieties (did not differ significantly from each other) received the highest scores for the overall quality attribute, as well as a higher percentage of positive purchase intent (88%). The chocolates of the Pará / Parazinho and PS1319 varieties received the lowest acceptance ratings by consumers, which may be justified by the greater bitterness revealed in the Just Right Scale test. The CATA test revealed similar sensory descriptors

to those found in ADQ[®] for the samples of the four cultivars studied, explaining 86.63% of the variability among the samples. The cacao varieties CCN51 and Ipiranga presented special characteristics of aroma and flavor and, therefore, potential for the production of fine chocolates.

Keywords: Theobroma cacao L., fine chocolate, sensorial profile, polyphenols.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Variedade de cacau	25
Figura 2. Principais países produtores de cacau fino.	26
Figura 3. Cocho de fermentação de amêndoas de cacau.....	28
Figura 4. Secagem de amêndoas de cacau.....	30
Figura 5. Fluxograma de processamento do chocolate	31
Figura 6. Equipamento para quebra das amêndoas de cacau.....	33
Figura 7. Equipamento de torração de amêndoa de cacau	34
Figura 8. Moinho de rolos.	36
Figura 9. Equipamento para conchagem.	37
Figura 10. Temperadeira.....	39
Figura 11. Túnel de resfriamento.	39
Figura 12. Disposição de chocolate após moldagem.....	40

CAPÍTULO II

Figura 1. Cromatograma de quantificação de fenólicos e metilxantinas, em amostra de chocolate proveniente do cultivar Pará/Parazinho.....	62
Figura 2. PLS para os resultados das avaliações químicas das amostras de chocolates com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares de cacau.....	65
Figura 3. Perfil sensorial das amostras de chocolates com alto teor de cacau.....	71
Figura 4. Análise de Componente Principal dos dados sensoriais das amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares de cacau.....	73
Figura 5. PLS para a Análise Descritiva Quantitativa das amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares de cacau.	74
Figura 6. Representação gráfica dos resultados do CATA, nas duas primeiras dimensões da Análise de Componentes Principais.	78
Figura 7. Mapa de preferência interno para o teste de aceitação por consumidor, em relação às amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares.....	81
Figura 8. Histograma do teste “ <i>Just Right Scale</i> ” realizado com 100 consumidores, com as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares.	82
Figura 9. Estimativa da densidade do teste de intenção de compra por consumidores (n=100) das amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares.....	83

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Produção de amêndoas de cacau expressa em mil toneladas.	22
Tabela 2. Tolerância de defeitos, expressa em % e respectivo enquadramento do produto.	32

CAPÍTULO II

Tabela 1. Termos descritores, definição e materiais de referência.	59
Tabela 2. Determinações químicas de chocolates produzidos com híbridos de cacau.....	64
Tabela 3. Determinações físicas de chocolates produzidos com híbridos de cacau....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4. Valores de p de $F_{amostra}$ da análise de variância para cada provador, por atributo.....	68
Tabela 5. Valores de p de $F_{repetição}$ da análise de variância para cada provador, por atributo.....	69
Tabela 6. Valores médios dos descritores sensoriais que caracterizam as amostras de chocolate com alto teor de cacau, obtidos por provadores treinados usando ADQ®.....	70
Tabela 7. Coeficientes de correlação dos descritores obtidos na ADQ® dos chocolates provenientes das quatro variedades de cacau em estudo.....	76
Tabela 8. Frequência das citações dos descritores sensoriais no método CATA, segundo cada amostra de chocolate com alto teor de cacau.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 9. Resultados médios ($n = 100$) obtidos no teste de aceitação por consumidores, para as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares de cacau.	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Coordenada de cromatocidade
ACP	Análise de Componentes Principais
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ANOVA	Análise de Variância
b*	Coordenada de cromatocidade
CATA	<i>Check All That Apply</i>
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CUPRAC	Capacidade antioxidante de redução do cobre
DMS	Diferença Mínima Significativa
DPPH	1,1- difenil-2-picrilhidrazil
g	Grama
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICCO	<i>International Cocoa Organization</i>
ICGD	International Cocoa Germplasm Database
L*	Luminosidade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mg	Miligrama
mL	Mililitros
mm	Milímetro
N	Newton
°C	Grau Celsius
PCA	Principal Component Analysis
PLS	<i>Partial Least Squares</i>
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
µg	Micrograma
µL	Microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo Geral.....	18
2.2 Objetivos Específicos	18
CAPÍTULO I.....	19
REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1 ASPECTOS GERAIS DO CACAU	20
2 BENEFICIAMENTO DO CACAU	27
2.1 Pré-processamento do cacau.....	27
2.1.1 Fermentação	27
2.1.2 Secagem	29
2.1.3 Seleção das amêndoas	32
2.2 Processamento do cacau	32
2.2.1 Quebra das amêndoas	32
2.2.2 Torração	33
2.2.3 Moagem.....	34
2.3 Produção de chocolate	35
2.3.1 Formulação.....	35
2.3.2 Refino	35
2.3.3 Conchagem	36
2.3.4 Temperagem	37
2.3.5 Moldagem.....	39
2.3.6 Embalagem e armazenamento.....	40
3 FATORES QUE AFETAM O SABOR DO CHOCOLATE.....	40
4 CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU: BENEFÍCIOS À SAÚDE	42
CAPÍTULO II.....	48
Potencialidade de Cultivares de Cacau da Região Sul da Bahia para a Produção de Chocolates Finos	48
1 INTRODUÇÃO.....	50
2 MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1 Material.....	52
2.2 Processamento dos chocolates.....	52

2.3 Determinações Químicas	53
2.3.1 Preparo das amostras	53
2.3.2 Quantificação de antocianinas.....	53
2.3.3 Determinação de atividade antioxidante.....	54
2.3.3.1 Método de seqüestro de radicais livres do <i>2,2-difenil-1-picrilhidrazila</i>	54
2.3.3.2 Método de redução de íon cobre.....	54
2.3.4 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos e metilxantinas	55
2.3.5 Quantificação de Fenólicos Totais.....	56
2.4 Determinações Físicas	56
2.4.1 Avaliação instrumental da textura.....	56
2.4.2 Avaliação colorimétrica.....	56
2.5 Avaliação Sensorial	56
2.5.1 Análise Descritiva Quantitativa	57
2.5.1.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores.....	57
2.5.1.2 Treinamento de provadores.....	57
2.5.1.3 Levantamento dos termos descritivos das amostras de chocolate.....	57
2.5.1.4 Avaliação das amostras de chocolate	59
2.5.2 Check All That Apply - CATA.....	60
2.5.3 Teste Afetivo.....	60
2.6 Análise Estatística	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1 Determinações Químicas	62
3.2 Determinações físicas	65
3.3 Avaliação sensorial.....	67
3.3.1 Análise descritiva quantitativa	67
3.3.2 Check All That Apply - CATA.....	77
3.3.3 Testes afetivos	78
4 CONCLUSÕES.....	83
5 EXPECTATIVAS.....	84
AGRADECIMENTOS.....	84
REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

O cacau é proveniente das civilizações Maia e Asteca, há cerca de 3000 anos, e foi designado como “alimento dos deuses”. O cacau é um fruto de grande importância econômica, principalmente, para a produção de chocolate. Além de ser um dos alimentos mais populares do mundo, o chocolate com alto teor de cacau se destaca pela quantidade de compostos antioxidantes (BECKETT, 2009; AFOAKWA; PATERSON, 2010; ALEXANDRE et al., 2015).

O chocolate, com alto teor de cacau, pode ser citado como um produto que apresenta benefícios à saúde, por ser rico em flavonóides, que ajudam a prevenir doenças cardiovasculares, além de reduzir a pressão arterial, melhorar a sensibilidade à insulina e a função endotelial vascular. Os polifenóis presentes no cacau estão ligados à proteção contra a oxidação causada por lipoproteína de baixa densidade (LDL), consequência do estresse oxidativo. Além disso, o chocolate é muito apreciado mundialmente, porque o seu consumo está fortemente relacionado às suas excelentes propriedades sensoriais de aroma e sabor (HANNUM; HERDMAN, 2000; NEVZAT et al., 2016).

As características sensoriais do chocolate são influenciadas pela variedade do cacau, pelas etapas de beneficiamento e processamento (CRAFACK et al., 2014). A colheita dos frutos deve ser realizada conforme o grau de maturação. As sementes e a polpa são removidas da casca e seguem para os processos de fermentação, secagem, quebra das amêndoas e torração. Na sequência, os *nibs* são moídos para obter o *liquor* de cacau, ou massa de cacau, rico em manteiga de cacau. A massa de cacau é, então, prensada para a extração da manteiga, a qual é filtrada, desodorizada e moldada. A torta, resultante da prensagem, é passada por moinho para obtenção do cacau em pó. Para obter o chocolate, os ingredientes açúcar, manteiga de cacau e leite (para chocolate ao leite e chocolate branco) são adicionados à massa de cacau. Os processos seguintes são refino, conchagem e temperagem. Essas etapas são importantes para o desenvolvimento do sabor e cor típicos do chocolate, além de garantir a sua composição nutricional (BORCHERS et al., 2000).

O cacau se apresenta em três grupos: Trinitário, Criollo e Forastero. O grupo Trinitário é formado a partir da hibridação espontânea entre variedades do grupo Criollo e Forastero. O cacau Criollo apresenta frutos grandes com superfície enrugada, sulcos

pronunciados e sementes grandes de interior branco ou violeta pálido; apresenta menor resistência às pragas, por outro lado, possui sabor frutado e pouco amargo. Já o cacau Forastero apresenta frutos ovóides, com superfície lisa; o interior de suas sementes é violeta escuro, sendo mais resistente às pragas de forma geral, porém possui sabor mais amargo e adstringente. O cacau Trinitário possui uma mistura de características entre o Criollo e o Forastero (FERREIRA et al., 2013).

Para diferenciar o cacau no mercado internacional, a *International Cacao Organization* (ICCO) designou duas classificações para os países produtores de cacau: países produtores de cacau “*bulk*” os produtores de cacau fino. O cacau *bulk*, ou cacau comum, é um tipo de cacau padrão que não apresenta características aromáticas específicas. Já o cacau fino apresenta características sensoriais especiais, como aroma e sabor frutado, floral, amadeirado, caramelo, entre outros (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016). O Brasil é o sétimo maior produtor de cacau no mundo, no entanto, não é considerado como produtor de cacau fino (ICCO, 2017).

No início da década de 90, a produção de cacau diminuiu drasticamente devido às crises financeiras no mercado internacional de cacau e a 'vassoura de bruxa', uma doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (MOREIRA et al., 2013). Com o intuito de mudar a imagem do cacau brasileiro no mercado internacional, a Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira (CEPLAC) desenvolve atividades como o melhoramento genético das cultivares, técnicas de colheita e controle de fermentação e secagem das amêndoas. Um exemplo é a inserção de híbridos para a obtenção de cultivares resistentes ao fungo causador da doença vassoura-de-bruxa. A partir dos cruzamentos, ainda serão obtidas cultivares com características de tamanho, cor, quantidade, sabor e composição química diferenciadas (LOPES et al., 2011; MOREIRA et al., 2013).

A cultivar Pará-Parazinho é um exemplo de híbrido, originado no Estado do Pará, porém cultivado no Estado da Bahia. Outro exemplo de híbrido é a cultivar CCN51 que foi selecionado por Homero Castro, no Equador. Outras cultivares são obtidas por polinização aberta, como as cultivares Ipiranga e PS1319 que foram obtidas a partir de seleção de produtores da Região Sul da Bahia (ICGD, 2014). O cacau cultivado no Brasil pode apresentar características de cacau fino em função do clima e forma de plantio, a

exemplo do sistema Cacau – Cabruca no Sul da Bahia (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

Diante desse contexto, existe uma necessidade eminente de realizar estudos com as cultivares de cacau da região Sul da Bahia a fim de intensificar a potencialidade do cacau brasileiro para a produção de chocolate fino. Dessa forma, a determinação do perfil sensorial e composição química dos chocolates produzidos a partir de cultivares da Região Sul da Bahia podem contribuir para o reconhecimento do cacau brasileiro no mercado internacional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar as características físico-químicas e sensoriais de chocolates produzidos a partir de quatro variedades de cacau cultivadas na Região Sul da Bahia.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar e quantificar os compostos fenólicos e metilxantinas;

Determinar a capacidade antioxidante;

Realizar análises de cor e textura;

Realizar análises descritivas: ADQ[®] (Análise Descritiva Quantitativa) e CATA (*Check All That Apply*);

Realizar testes afetivos com consumidores de chocolate.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1 ASPECTOS GERAIS DO CACAU

O Cacaueiro é uma eudicotiledônea pertencente à família das Malváceas. O gênero *Theobroma* originou-se há milhões de anos na América do Sul, a leste dos Andes. O gênero *Theobroma* foi dividido em vinte e duas espécies, das quais *Theobroma cacao* é o mais conhecido. Apesar da América do Sul ser o centro principal de cultivo (CHEESMAN, 1944; MOTAMAYOR et al., 2008; ICCO, 2018), o cacau se espalhou para a maioria das regiões tropicais e, entre elas, o Caribe, Sudeste Asiático e África Ocidental (ALEXANDRE et al., 2015).

A consolidação do cacau para promover a saúde provém das civilizações Maia e Asteca na América do Sul, há 3000 anos. Evidências arqueológicas na Costa Rica indicam que o cacau foi bebido por comerciantes maias já em 400 a.C. O primeiro estrangeiro a beber chocolate foi Cristóvão Colombo, que chegou à Nicarágua em 1502 em busca de uma rota marítima para as especiarias do Oriente. Mas, foi Hernan Cortés, líder de uma expedição em 1519 ao império asteca, que retornou à Espanha em 1528 com a receita asteca de *xocoatl* (bebida de chocolate) (AFOAKWA, 2010; ICCO, 2018).

A espécie *Theobroma cacao* L. se apresenta em três grupos: Criollo, Forastero e Trinitário. O *Theobroma cacao* L. cresce entre trópicos de Câncer e Capricórnio, com variedades originárias de áreas florestais da América do Sul. O Forastero, ou cacau básico, é cultivado principalmente no Brasil e na África Ocidental, enquanto o cacau Trinitário é um híbrido de Criollo e Forastero cultivado nas Américas Central e do Sul, sendo mais resistente a doenças. Já o cacau Nacional é cultivado no Equador, e é caracterizado pelo seu bom sabor (AFOAKWA, 2010).

O cacau do grupo Criollo apresenta sementes brancas, ou róseas clara, e frutos com casca vermelha, ou verde quando não maduros; o grupo Forastero possui sementes intensamente pigmentadas e frutos verdes, quando novos; o Trinitário apresenta estrutura mais plana e coloração roxa (PIRES, 2003). Devido ao surgimento de doenças, a exemplo da “vassoura – de – bruxa” foram introduzidas espécies híbridas, as quais além da resistência à doenças apresentam perfis químicos e sensoriais diferenciados dos cultivares de origem (ALEXANDRE et al., 2000; NIEMENAK et al., 2006; OFORI et al., 2016).

Motamayor et al. (2008) propuseram 10 grupos híbridos, a saber: Maara'non, Guiana, Contanama, Curaray, Nanay, Iquitos, Nacional, Purus, Criollo e Amelonado. Ao longo dos anos, um grande número de cultivares foi introduzido nos vários países produtores de cacau, através de centros de quarentena intermediária e bancos de germoplasma. Em Ghana, as primeiras introduções ocorreram antes de 1938, e consistiram principalmente no Amelonado e o grupo Trinitário.

Entre 1946 e 1971, vários híbridos pertencentes aos grupos genéticos Criollo, Trinitario, Nanay, Iqui-tos, Nacional, Parinari (um sub-grupo do Mara'non) e Scavina (um subgrupo do Contanama) também foram introduzidos (LOCKWOOD; GYAMFI, 1979). As introduções posteriores ocorreram entre 1972 e 2004 e incluíram em grande parte as populações de Curaray, Purus e Guiana (OFORI et al., 2016). Após 2004, introduziram-se híbridos de vários grupos genéticos disponíveis no *International Cocoa Quarantine Center*, e anualmente estão disponíveis mais de 1000 híbridos diferentes no banco de germoplasma do *International Cocoa Germplasm Database* (ICGD) (PADI et al., 2015).

Na Bahia foram desenvolvidos programas de expansão da lavoura e da renovação dos cacauais. Desde então, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) passou a desenvolver programas de melhoramento genético que utilizam a hibridação de cacauzeiros comuns, com variedades Criollo e Trinitário de outros países. Cada variedade específica de cacau, cultivada apenas em um país ou em regiões específicas de um país, conservam características particulares de clima e solo, e de formas de cultivo e beneficiamento, que refletem no sabor final do chocolate (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

Os cultivares Ipiranga, Pará/Parazinho, CCN51 e PS1319 são exemplos de variedades cultivadas no Sul do Estado da Bahia. Segundo os dados do *International Cocoa Germplasm Database* (2014), os cultivares Ipiranga e PS1319 são originadas de seleções massais próprias dos produtores da região Sul da Bahia. Segundo o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), na seleção massal as plantas são escolhidas em função de uma avaliação fenotípica, e as respectivas sementes são misturadas, sem teste de progênie, para se reproduzir a próxima geração, sendo muito importante no início dos programas de melhoramento ou quando há necessidade de produção de sementes em curto prazo. Quanto ao cultivar Pará/Parazinho, este é proveniente da combinação entre as cultivares Amelonado e o tipo Lagarta e a cultivar CCN51 provem de dois cultivares

híbridos, ICS95 e IMC67. Os cultivares híbridos influenciam no sabor característico do chocolate, sendo constituído de inúmeros compostos cuja formação depende das características genéticas do cacau, ambiente de cultivo, beneficiamento das amêndoas na propriedade agrícola (colheita, fermentação e secagem) e das etapas de processo do chocolate realizadas na indústria.

A Tabela 1 apresenta a produção de cacau nos anos 2014 e 2015 e o previsto entre 2016 e 2017, nos principais países. Os países africanos são ideais em termos climáticos para o cultivo do cacau como cultura de rendimento. No entanto, como consequência, problemas naturais ou provocados pelo homem têm um impacto desproporcional no comércio de cacau. Os pequenos proprietários da África Ocidental dominam a produção mundial desde os anos 1930. Na América, o Brasil e o Equador se destacam na produção de cacau, enquanto no continente asiático e Oceania apresentam os menores percentuais de produção (AFOAKWA, 2010; ICCO, 2017).

Tabela 1. Produção de amêndoas de cacau expressa em mil toneladas.

País	2014/2015	Estimativa 2015/2016	Previsão 2016/2017
África	3074	2918	3565
Camarões	232	211	240
Costa do Marfim	1796	1588	2010
Gana	740	778	950
Nigéria	195	200	225
Outros	111	148	140
América	777	666	757
Brasil	230	140	180
Equador	261	232	270
Outros	286	294	307
Ásia e Oceania	400	297	379
Indonésia	235	320	290
Papua Nova Guiné	36	36	40
Outros	39	41	49

Fonte: Boletim Trimestral da ICCO de Estatísticas do Cacau, vol. XLIII, n. 3, ano cacau 2016/2017.

No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Estado de maior safra de cacau em 2017 foi o Pará, seguido da Bahia e Espírito Santo, conforme apresentado no Gráfico 1. A região cacauzeira da Bahia está localizada no Litoral Sul do Estado, em uma área de grande importância ecológica, que possui uma rica biodiversidade de espécies da Mata Atlântica. Neste contexto está inserida a cultura do

cacau, que por ser uma planta ombrófila, necessita das sombras das árvores para garantir a sua produção (SAMBUICHI, et al., 2012). Em contra partida, segundo Souza (2017), no Estado do Amazonas tem-se o cacau nativo e um potencial muito grande de produção que não é todo explorado, principalmente, pelos baixos preços praticados no Estado e a falta de grandes compradores dispostos a buscar o produto na região.

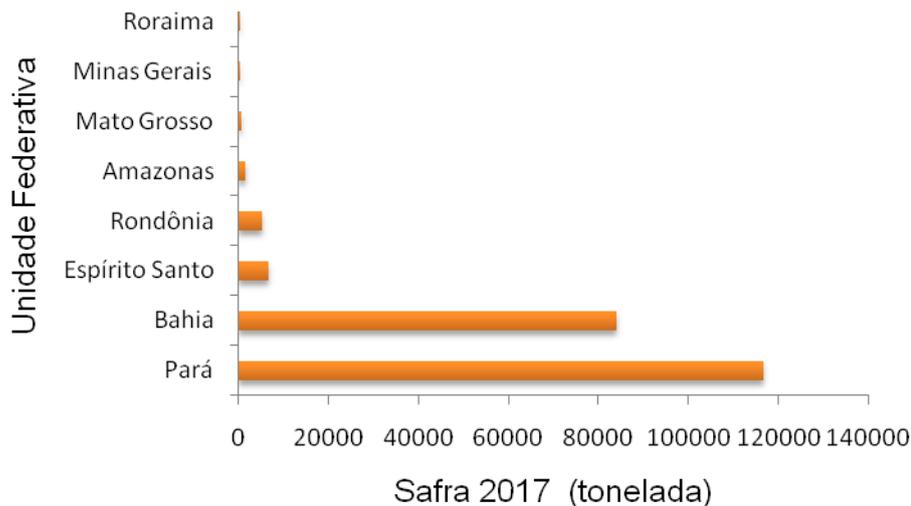


Gráfico 1. Produção de cacau no Brasil (IBGE, 2017).

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 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).

O termo Cacau-cabruca é empregado para caracterizar o plantio de cacau utilizado pelos colonizadores da região Sudeste da Bahia, que implantaram a cultura do cacau na mata primária, promovendo um convívio harmônico e duradouro com a natureza. O sistema Cabruca é altamente eficiente, e se caracteriza como um modelo de conservação, a saber: conservação de fragmentos da floresta tropical primária, exemplares arbóreos de grande valor agrônômico, florestal e ecológico, fauna diversificada e tecnicamente pouco conhecida e conservação dos recursos hídricos

regionais. Além disso, o sistema gera recursos financeiros e contribui com a permanência do homem no meio rural (LOBÃO et al., 1997).

O investimento em tecnologia adaptada às condições do Brasil, também, é um fator que diferencia o cacau cultivado no país. A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira com o apoio dos agricultores desenvolveram métodos, equipamentos, instalações de beneficiamento e controle específico de temperatura que promoveram avanços no processo de fermentação e secagem, conseqüentemente, na obtenção de amêndoas de qualidade. Também, a combinação do melhoramento no processo pós-colheita com a utilização de novas variedades de cacau, fez surgir aromas e sabores especiais antes desconhecidos no mercado mundial de cacau. Com isso, o Brasil foi reconhecido como produtor de cacau fino pelo *Salon du Chocolat* de Paris, recebendo o prêmio internacional de cacau, por apresentar aroma com notas de alcaçuz, frutas secas e especiarias (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

Entre os derivados do cacau, a manteiga representa 50 a 55 % da massa total, podendo ser comercializada a um preço duas vezes maior que o cacau em pó, e suas propriedades físico-químicas são exploradas tanto nas indústrias de alimentos, com também, na indústria de cosmético, farmacêutica e química (VENTER et al., 2007; MOUNJOUENPOU et al., 2018). A manteiga de cacau contribui com a estrutura física dos produtos em que são incorporadas, e o teor de ácidos graxos insaturados dos triacilgliceróis proporciona uma textura macia característica da manteiga (LEATHERS; SCRAGG, 1989).

O cacau em pó também é um produto de grande importância comercial, uma vez que é usado em bebidas achocolatadas, além de ser um ingrediente que confere cor e sabor de chocolate a diversos produtos de confeitaria e panificação (EFRAIM, 2009). Em relação ao chocolate, houve um crescimento significativo na tendência de consumo de chocolates amargos, a exemplo da França que em 1973 representava apenas 2 % do mercado e em 2006 passou para 49 % (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

O mercado mundial de cacau distingue os grãos de cacau como fino e comum (*bulk*). Os grãos de cacau fino são caracterizados por atributos sensoriais diferenciados (sabor e aroma frutado, floral, notas de madeira, nozes e caramelo) e são produzidos a partir das variedades Criollo ou Trinitário, enquanto grãos de cacau comuns provêm da variedade Forastero. No entanto, as árvores cacaueiras do Equador, consideradas do

tipo Forastero, produzem cacau fino. Normalmente, os critérios para avaliar a qualidade do cacau fino incluem os seguintes fatores: origem genética, características morfológicas da planta, características de sabor dos grãos de cacau, características químicas, cor dos grãos de cacau e pontas, grau de fermentação, secagem, acidez, sabores desagradáveis, porcentagem de mofo interno, infestação de insetos e porcentagem de impurezas. A Figura 1 apresenta as duas variedades consideradas produtoras de cacau fino (ICCO, 2017).

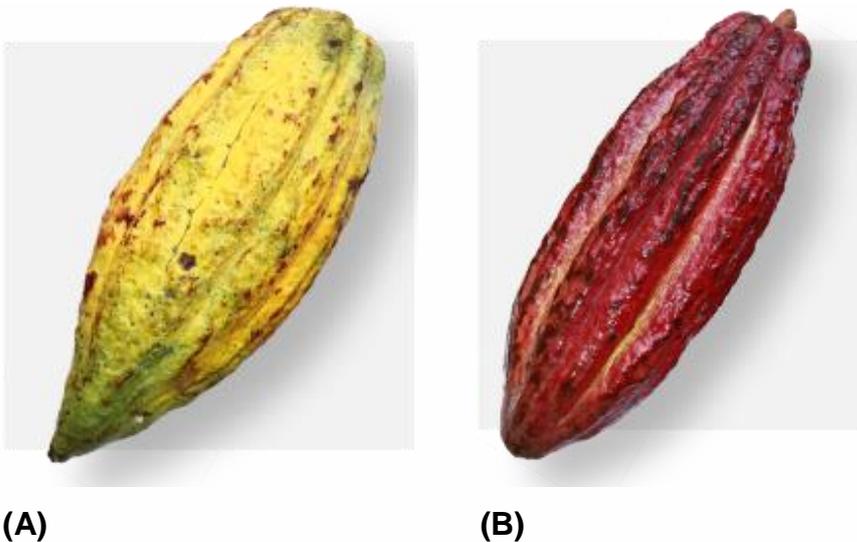


Figura 1. Variedade de cacau. (A) Cacau Criollo. (B) Cacau Trinitário. Fonte: ICCO, 2017.

Apesar do consenso definido pelo ICCO que, a produção de cacau fino se dá a partir das variedades Criollo, Trintário e Forastero (proveniente do Equador), estudos relatam que a variedade não é um critério definitivo para cacau fino. Apesar de a variedade Criollo produzir cacau de excelente aroma, a árvore é extremamente frágil e pouco produtiva. O Trinitário, que é um híbrido entre o Forastero e o Criollo, pode ter características mais próximas de um ou de outro, entretanto pesquisas nos países produtores de cacau fino objetivam selecionar os Trinitários com as características aromáticas do Criollo e a produtividade do Forastero. Por outro lado, encontram-se Trinitários que não são classificados como cacau fino, porque não possuem boas características aromáticas, a exemplo do Trinitário proveniente da República dos Camarões. Por outro lado, existe cacau Forastero que possui aromas especiais e são classificados como fino, é o caso do cacau “Amelonado” de São Tomé, dos Forasteros de Uganda, na África e Vanuatu, ilha ao sul do pacífico (BAREL, 2005).

Em 2008, a *International Cocoa Organization* (ICCO) reconheceu dezessete países como produtores de cacau fino e identificou os aromas e sabores característicos de cada uma destas regiões (Figura 2). A ICCO destaca o cacau produzido em algumas regiões da Venezuela, que possui notas de mel, caramelo e aroma de nozes frescas. Outros destaques na produção de cacau fino são: a República Dominicana pela produção de cacau com aroma amadeirado, frutas secas e fumo; Madagascar produz cacau com aroma de frutas vermelhas e acidez especial; Nova Guiné e a Ilha de Java produzem cacau com notas de caramelo e especiarias. Em 2016, a ICCO aprovou mais seis países como exportadores de cacau fino, totalizando vinte e três países em destaque no mercado de cacau fino. Entre esses países, dez exportam apenas cacau fino, a saber: Bolívia, Costa Rica, República Dominicana, Granada, Madagascar, México, Nicarágua, Santa Lúcia, Trinidad e Tobago e Venezuela.

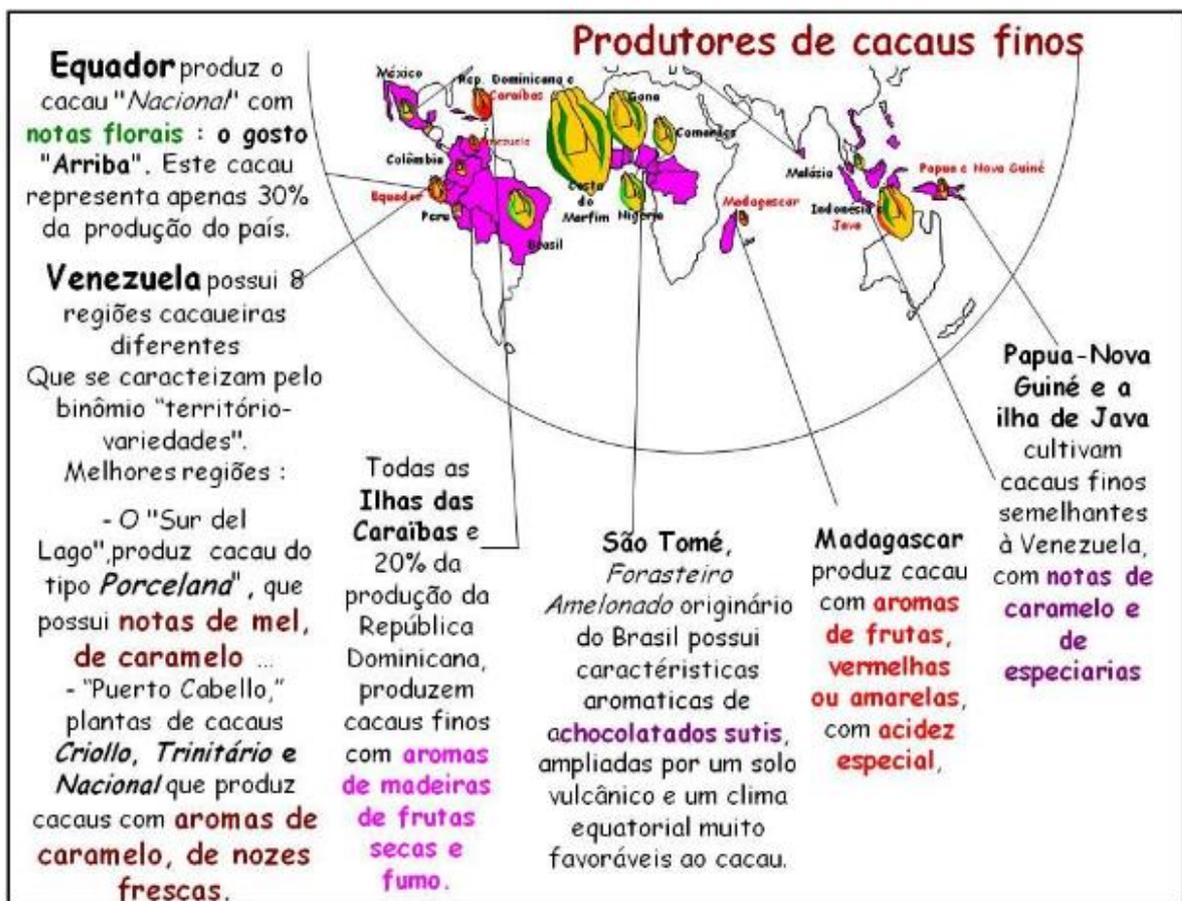


Figura 2. Principais países produtores de cacau fino.

Fonte: Barel, 2014.

Apesar da variedade do cacau ser um forte critério para determinação de cacau fino, estudos comprovam a influência, também, da origem geográfica sobre a qualidade

do chocolate. Pesquisas realizadas em 1991 e 1994 demonstram que cacau Criollo provenientes da Nicarágua, como o UF 676 e o ICS 39, mesmo recebendo uma tecnologia pós-colheita adequada, produziram aromas e sabores pobres. Por outro lado, alguns tipos de Forasteros amazônicos como o Nanay 32 e os Scavinas 6 e 12, apresentam alta intensidade de aroma e sabor, tão boa como os delicados e excelentes sabores dos reconhecidos “Arriba equatorianos”. Do mesmo modo, aromas especiais, classificados como tônicos e “agrumes” (cítricos), foram identificados por uma indústria francesa no cacau Forastero conhecido como Maranhão. Outro exemplo da influência do ambiente é o cacau Amelonado produzido em São Tomé, na África; quando cultivado em solo vulcânico, o cacau apresenta aroma refinado, porém quando a plantação é em solo não vulcânico, o cacau é designado como *bulk* (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

2 BENEFICIAMENTO DO CACAU

2.1 Pré-processamento do cacau

O beneficiamento do cacau tem início com a etapa da colheita. No caso da variedade Forastero, o grau de maturação é o fruto amarelo ouro, e alaranjado no caso dos híbridos (de cor roxa quando verde). Ainda, pode-se optar por quebrar os frutos após dois a quatro dias da colheita, a fim de aumentar a concentração dos açúcares da polpa, porém é extremamente necessário que os frutos não sejam perfurados. Após a quebra, as sementes, juntamente com a polpa, seguem para a etapa de fermentação e, posteriormente, a secagem (FERREIRA, et al., 2013).

2.1.1 Fermentação

A fermentação é um processo microbiológico, de ação enzimática essencial para a redução rápida da capacidade de germinar dos grãos e desenvolver os precursores de sabor e aroma do chocolate (*flavor*). As amêndoas, normalmente, são alocadas em caixas de madeira ou tanques de fermentação, e cobertas com folhas de bananeira. O período de fermentação varia de quatro a sete dias, sendo que entre o segundo e quarto dia, deve-se realizar o revolvimento das amêndoas a fim de garantir a homogeneidade da fermentação (FERREIRA, et al., 2013; ADABE, K. E.; NGO-SAMNICK, L., 2014). A Figura 3 apresenta um exemplo de cocho de fermentação.



Figura 3. Cocho de fermentação de amêndoas de cacau. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

A etapa de fermentação da polpa que envolve as sementes do cacau ocorre durante sete dias, em caixas ou folhas de bananeira. Durante a fermentação, a atividade microbiana na polpa de cacau gera calor, produz etanol, ácido acético e lático, além de promover a produção de precursores de sabor. Ambos os ácidos migram para os cotilédones, o que impedirá a germinação das sementes. Contudo, o excesso de fermentação leva a um aumento de fungos bacilos e filamentosos que podem causar sabores de putrefação, enquanto amêndoas não maduras e não fermentadas desenvolvem pouco sabor de chocolate quando torradas. Nos estágios iniciais, o processo de fermentação ocorre na fase hidrolítica anaeróbica (SCHWAN; WHEALS, 2004; KADOW et al., 2015).

A acidificação juntamente com o calor levam a uma rápida degradação das proteínas de armazenamento e carboidratos por enzimas derivadas de sementes, produzindo peptídeos, aminoácidos livres e açúcares redutores. Esses componentes são os precursores do sabor de chocolate. Além disso, os compostos fenólicos sofrem reações de escurecimento, resultando na diminuição da adstringência e na formação da cor marrom típica. Logo, os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação são responsáveis pelas notas de sabor ácido básico do cacau *in natura* (KADOW et al., 2015).

As enzimas liberadas pelas leveduras atacam os constituintes da pectina das paredes celulares da massa da polpa. A liberação subsequente do conteúdo da célula

fluida é eliminada da polpa fermentada, o que é chamado de "suor". Exemplos de leveduras isoladas durante a fermentação do cacau incluem: *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces exiguus*, *Candida castelli*, *Cândida saitoana*, *Cândida guilliermondii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia farinosa* e *Torulopsis spp.* A sacarose e os constituintes protéicos são parcialmente hidrolisados, os compostos fenólicos são oxidados e a glicose é convertida em álcoois, oxidada em ácidos acético e láctico durante a fermentação. As amêndoas passam por uma fase hidrolítica anaeróbica, seguida de condensação aeróbica. Nessa etapa, o grau de hidrólise e oxidação varia entre as fermentações. (AFOAKWA, 2010).

Os precursores de aroma nitrosos formados durante as fases anaeróbicas são principalmente dos aminoácidos e peptídeos disponíveis para reações de condensação de carbonilo-amino não oxidativas, promovidas em fases de temperatura elevada, tais como fermentação, secagem, torrefação e moagem. Embora degradada para precursores de sabor, a proteína residual também é diminuída pelas interações fenol-proteína. Durante as fases aeróbicas, ocorrem reações mediadas pelo oxigênio, como a oxidação dos complexos proteína-polifenol formados anaerobicamente. Tais processos reduzem a adstringência e o amargor. Os polifenóis oxidados influenciam as reações de degradação subsequentes (AFOAKWA, 2010).

Entre os componentes responsáveis pelo aroma produzidos durante a fermentação, pode-se citar o etil-2-metilbutanoato, tetrametilpirazina e certas pirazinas. Notas amargas são influenciadas pela teobromina e cafeína, juntamente com dicetopiperazinas formadas a partir da torrefação através de decomposições térmicas de proteínas. Outros compostos precursores de sabor derivados de aminoácidos liberados durante as fermentações incluem 3-metilbutanal, fenilacetaldeído, 2-metil-3- (metilditio) furano, 2-etil-3,5-dimetil- e 2,3-dietil-5-metilpirazina (AFOAKWA, 2010).

2.1.2 Secagem

Os precursores do sabor, assim como a cor marrom, continuam a se desenvolver durante a secagem. Após a fermentação, as amêndoas são removidas dos cochos e secadas ao sol em plataformas elevadas, por sete ou oito dias, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4. Secagem de amêndoas de cacau. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

Durante a secagem, as principais reações de oxidação do polifenol são catalisadas pela enzima polifenol oxidase, dando origem a novos componentes de sabor e perda da integridade da membrana, induzindo a formação de cor marrom. Por outro lado, a secagem artificial pode aumentar as temperaturas dos cotilédones, causando o endurecimento da casca, o que pode causar a perda de ácidos voláteis, afetando negativamente o sabor final do chocolate. Além de garantir o desenvolvimento da cor marrom, baixa adstringência e amargor, assim como outros sabores indesejáveis (notas de fumaça e acidez elevada, por exemplo), o processo de secagem evita o crescimento de mofo, com a umidade das amêndoas de cacau menor que 8 %. O fluxograma (Figura 5) apresenta as etapas de beneficiamento do cacau, para a produção de cacau em pó, manteiga de cacau e chocolate (FRAUENDORFER; SCHIEBERLE, 2008).

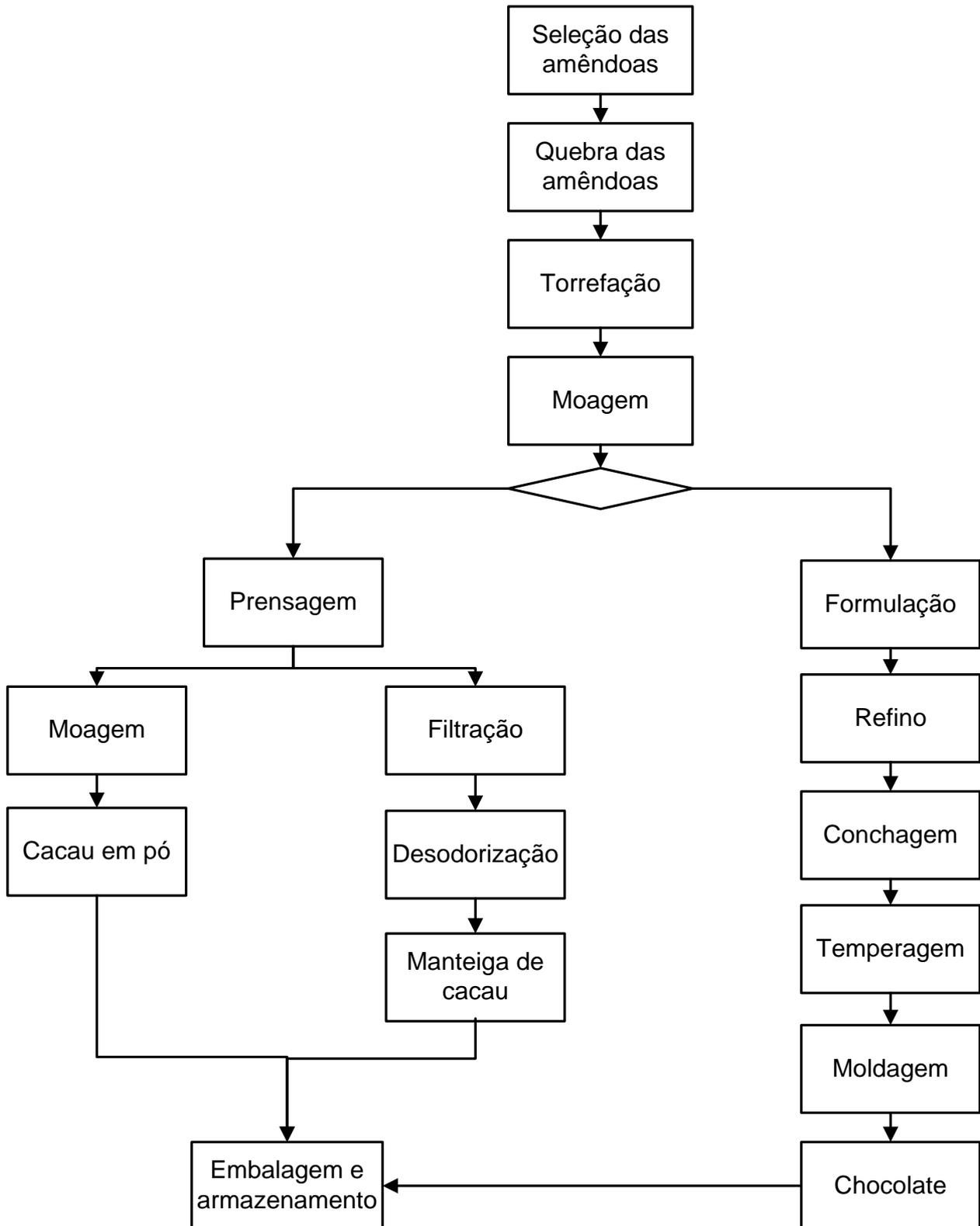


Figura 5. Fluxograma de beneficiamento do cacau. (Autoria própria, 2018).

2.1.3 Seleção das amêndoas

O padrão de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, modo de apresentação e rotulagem de amêndoas são descritos na Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Conforme a norma, a quantidade de produto coletada deverá ser homogênea, quarteada e reduzida em, no mínimo, 4 kg (quatro quilogramas) para compor, no mínimo, 4 (quatro) vias de amostras, constituídas de, no mínimo, 1 kg (um quilograma) cada uma, que serão representativas do lote. (BRASIL, 2008)

A amêndoa de cacau será classificada em Tipos de acordo com os percentuais de tolerância de defeitos previstos na Instrução Normativa nº 38, podendo ainda ser enquadrada como Fora de Tipo ou Desclassificada, conforme é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tolerância de defeitos, expressa em % e respectivo enquadramento do produto.

Enquadramento do Produto	Defeitos					
	Mofadas	Fumaça	Danificadas por Insetos	Ardósia	Germinadas	Achatadas
Tipo I	De zero até 4,0 %	De zero até 1,0%	De zero até 4,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%
Tipo II	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 1,0% até 4,0%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 10,0%	Acima de 5,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 6,0%
Tipo III	Acima de 6,0% até 12,0%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 6,0% até 8,0%	Acima de 10,0% até 15,0%	Acima de 6,0% até 7,0%	Acima de 6,0% até 7,0%
Fora de Tipo	Acima de 12,0% até 25,0%	Acima de 6,0%	Acima de 8,0%	Acima de 15,0%	Acima de 7,0%	Acima de 7,0%

Fonte: Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008, MAPA.

2.2 Processamento do cacau

2.2.1 Quebra das amêndoas

As amêndoas fermentadas e secas são quebradas, para a obtenção do *nibs* de cacau. A película que envolve as amêndoas e o gérmen são separados por peneiragem e diferença de densidade, com circulação de ar gerado por um compressor (Figura 6) (NASCIMENTO, 2015).



Figura 6. Equipamento para separação do *nibs* de cacau da casca. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

2.2.2 Torração

. As condições da torração podem variar de acordo com a variedade do cacau, tratamentos anteriores à torração, umidade e características de sabor desejadas. A Figura 7 apresenta um exemplo de equipamento para torração das amêndoas. A torração é uma operação térmica caracterizada, principalmente, pela perda de água. Além disso, nesse processo ocorre a diminuição de substâncias voláteis indesejáveis (principalmente o ácido acético) e, também, a formação de compostos voláteis de aromas específicos, por meio da pirólise de açúcares, e a reação de *Maillard*, partindo dos precursores formados na etapa de fermentação, além do desenvolvimento da coloração típica do chocolate. Vários estudos identificaram aproximadamente 600 compostos ativos, dos quais 100 pirazinas influenciam o sabor (DRUMMOND, 1998; LOPES et al., 2003; EFRAIM, 2004; NAZARUDDIN et al. 2000; ENGESETH; PANGAN, 2018).



Figura 7. Equipamento de torração. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

A torração ocorre na faixa de temperatura entre 110 a 140 °C, sendo que inicialmente tem-se baixa temperatura, e aumenta de forma gradual. O processo é finalizado quando é atingido o padrão de umidade e contagem aceitável de bactérias (BURNDRED, 2009).

2.2.3 Moagem

A moagem é o processo para a obtenção do *liquor* ou massa de cacau rica em manteiga de cacau. Esse processo é realizado em múltiplos estágios, e o tratamento térmico gerado durante o processo de moagem faz com que a manteiga de cacau derreta, formando o *liquor* de cacau. Após a moagem, o *liquor* é prensado para a obtenção da manteiga e o cacau em pó.

A obtenção do cacau em pó ocorre através da moagem da torta, resultante da prensa, em moinhos de pedra, discos, pinos, martelo ou moinho de esferas. O cacau em pó pode conter ainda de 10 a 20 % de manteiga de cacau, e os principais parâmetros de qualidade avaliados são a cor, sabor e o pH. Além disso, a alcalinização pode ser aplicada no cacau em pó com o objetivo de acentuar o sabor e o aroma, bem como reduzir a acidez, adstringência, conferir solubilidade e diferentes cores, que variam de marrom amarelado ou avermelhado, chegando ao marrom escuro e até ao preto, dependendo das condições de processamento e do tipo de álcali empregado (BISPO et al., 2005).

Já a parte líquida, manteiga de cacau, é filtrada, desodorizada e moldada. Normalmente, cerca de 78 a 90 % da manteiga de cacau é coletada e, ainda, partes residuais podem ser removidas por extração com fluido supercrítico (MINIFIE, 1989; NIEDIEK et al., 1994; MEURSING, 1994; ADABE; NGO-SAMNICK, 2014).

2.3 Produção de chocolate

2.3.1 Formulação

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, e temperatura entre 40 e 50 °C. Ainda, pode-se realizar mistura contínua, usando amassadeiras automáticas, produzindo uma consistência plástica (AFOAKWA, 2010).

2.3.2 Refino

O refino de chocolate é importante para garantir uma textura suave no produto. Misturas de açúcar e *liquor* de cacau (e sólidos de leite, dependendo do tipo de chocolate) com um teor de gordura total de 8 a 24 % são refinados a partículas de menos de 30 µm, pois o tamanho final das partículas influencia criticamente as propriedades reológicas e sensoriais do produto final. Um refinador de cilindros, conforme apresentado na Figura 8, consiste de uma matriz vertical de cilindros ociosos de temperatura controlada pelo fluxo de água interno, unidos por pressão hidráulica. Uma película fina de chocolate é atraída por rolos cada vez mais rápidos, subindo pelo refinador até serem removidos por uma lâmina de faca. O laminador de rolos fragmenta partículas sólidas, revestindo novas superfícies com lipídeos para que estes se tornem ativos, absorvendo compostos voláteis dos componentes do cacau (AFOAKWA, 2010).



Figura 8. Moinho de rolos. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

2.3.3 Conchagem

O processo de conchagem é essencial para o desenvolvimento da viscosidade, textura final e sabor. Normalmente, esse processo é realizado pela agitação do chocolate a mais de 50 °C por algumas horas. Inicialmente, a umidade é reduzida com a remoção de certos voláteis indesejáveis, como o ácido acético, e subsequentemente, são promovidas interações entre as fases dispersa e contínua. Além da remoção de umidade e ácido volátil, o processo de conchagem confere brilho ao chocolate e o desenvolvimento do sabor, devido à mistura prolongada a temperaturas elevadas, dando um sabor parcialmente caramelizado em chocolate sem adição de leite. O processo, também, ajuda a reduzir a viscosidade e o tamanho das partículas.

A Figura 9 apresenta o equipamento utilizado para o processo de conchagem, o qual consiste em um tanque com três lâminas misturadoras, proporcionando ação de cisalhamento e mistura. O tempo e a faixa de temperatura da conchagem variam, podendo ser entre 10 a 16 horas e 49 a 52 °C para formulação com leite, e para chocolate com alto teor de cacau, a temperatura inicia a 70 °C e continua até 82 °C. Substituindo leite em pó integral com leite em pó desnatado e gordura de manteiga, a temperaturas de até 70 °C. Ainda, para conferir ao chocolate uma viscosidade adequada, pode-se adicionar manteiga de cacau e lecitina no final da conchagem para diluir ou liquefazer o chocolate antes do processo de temperagem (AFOAKWA, 2010; NASCIMENTO, 2015).



Figura 9. Equipamento para conchagem. (Imagem concedida pela fábrica Mendóá, Ilhéus – BA).

2.3.4 Temperagem

Devido à composição de triglicérides e ácidos graxos, a manteiga de cacau pode cristalizar em várias formas polimórficas, influenciando, assim, a forma como a gordura líquida se solidifica. O chocolate fundido é uma suspensão altamente concentrada, na qual o açúcar, leite e cacau formam a fase dispersa, enquanto a manteiga de cacau, a gordura do leite e outras gorduras compõem a fase contínua. A fase contínua cristaliza durante o resfriamento, que confere ao chocolate uma textura sólida à temperatura ambiente. Dessa forma, o processo de temperagem tem o objetivo de desenvolver um número suficiente de cristais de gordura na sua forma polimórfica mais estável e, conseqüentemente, obter um chocolate mais estável (ZENG; BRAUN; WINDHAB, 2002; COHEN; JACKIX; SOUSA, 2004).

A manteiga de cacau tem seis formas polimórficas (I-VI), sendo as principais α , β e β' . A forma V, um polimorfo β , em geral, é a forma mais desejável em chocolate bem temperado, conferindo uma aparência brilhante, boa pressão, contração e resistência ao *flat bloom*. Quando o processo de temperagem é mal executado, a gordura adquire a forma IV, que rapidamente se transforma na forma V. Isso influencia a cor, pois a luz refletida é desorientada pelo crescimento instável e desorganizado dos cristais. Quando o chocolate não passa pelo processo de temperagem, este apresenta textura macia, contudo, não é efetivamente desmoldado (AFOAKWA, 2010).

Na manteiga de cacau, as formas V e VI são as formas mais estáveis. A forma VI é difícil de gerar, embora seja formada em armazenamento prolongado de chocolate temperado, com ocorrência do *flat bloom*, onde o produto apresenta aparência esbranquiçada, resultante da recristalização (superfície) da gordura fundida durante as oscilações de temperatura. Além disso, a Forma VI tem uma alta temperatura de fusão (36 °C) e cristais grandes e arenosos na língua. A Forma I instável tem um ponto de fusão de 17 °C e é rapidamente convertida na Forma II, que se transforma mais lentamente em III e IV. As formas de triglicérides polimórficas diferem na distância entre as cadeias de ácidos graxos, no ângulo de inclinação em relação ao plano do grupo metila na extremidade da cadeia e na maneira pela qual os triglicérides se empacotam na cristalização (COHEN; JACKIX; SOUSA, 2004; AFOAKWA, 2010).

Com isso, a forma polimórfica é determinada pelas condições de processamento. Ácidos graxos cristalizam em uma forma de cadeia dupla ou tripla, dependendo da composição dos triglicerídeos e da distribuição posicional. A forma IV cristaliza em uma forma de cadeia dupla, enquanto a forma V se cristaliza em um sistema de cadeia tripla, que permite um empacotamento mais próximo e maior estabilidade termodinâmica. As formas II e III, polimorfos inferiores instáveis, se transformam em formas mais fundidas e, com menor volume. Essas mudanças podem ser observadas em termos de contração geral do chocolate, aparência ou formação indesejada de *flat bloom* a taxas dependentes de estabilidades relativas das formas polimórficas e temperatura. Para o chocolate estar em uma forma polimórfica apropriada, a temperagem é crucial, influenciando as características da qualidade final como cor, dureza, manuseio, acabamento e características de prazo de validade (AFOAKWA, 2010). A Figura 10 apresenta o equipamento utilizado no processo de temperagem do chocolate.



Figura 10. Temperadeira. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

2.3.5 Moldagem

Após o processo de temperagem, o chocolate é moldado e resfriado. Nessa etapa, o chocolate líquido é depositado em moldes e resfriado até a fase gordurosa atingir um grau de cristalização adequado. Posteriormente, o produto segue para as etapas de desmoldagem e embalagem. A Figura 11 apresenta um túnel de resfriamento (12-18 °C). Nessa etapa tem-se o desenvolvimento dos cristais e formação de uma massa quebradiça, brilhante, estável e homogênea (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004).

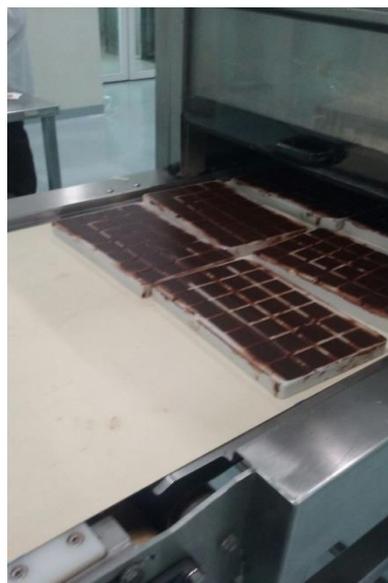


Figura 11. Túnel de resfriamento. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

2.3.6 Embalagem e armazenamento

Após a moldagem, o chocolate deverá permanecer em repouso entre 6 a 12 horas. Em seguida, o chocolate é embalado e armazenado em câmaras frias até a expedição, de modo a garantir as características do produto final, conforme apresentado na Figura 12 (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004).



Figura 12. Disposição de chocolate após moldagem. (Imagem concedida pela fábrica Mendoá, Ilhéus – BA).

3 FATORES QUE AFETAM O SABOR DO CHOCOLATE

As etapas de beneficiamento e processamento do chocolate influenciam no desenvolvimento dos atributos sensoriais do chocolate. Além disso, o flavour do chocolate é influenciado pelo genótipo e os constituintes químicos do cacau (polifenóis, alcalóides, ácidos orgânicos e açúcares). Tais fatores colaboram com a formação das principais características sensoriais do cacau (amargor, adstringência, intensidade de sabor cacau, acidez, notas de frutas, flores e ervas). O atributo frutado, por exemplo, é inversamente proporcional ao conteúdo de polifenóis, assim, quanto maior o nível de polifenóis menos frutado é o *líquor* de cacau. Por outro lado, amargor e adstringência são atributos que estão diretamente relacionados com o conteúdo de polifenóis (MINIFIE, 1989; LUNA et al., 2002; CAMU et al., 2008).

A diversidade genética dos cultivares de cacau, também, influenciam nas características de sabor do chocolate. Além disso, o seqüenciamento do genoma do *Theobroma cacao* proporcionou o melhoramento das culturas com as características sensoriais desejadas, bem como a resistência à doenças e alto rendimento. Estudos demonstram que existem efeitos parentais femininos significativos para os atributos de sabor de cacau, acidez, sabor frutado e floral, enquanto a adstringência foi atribuída ao genitor masculino. Os cultivares híbridos também apresentam diferentes perfis de sabor no chocolate, impactando na aceitação pelo consumidor (ENGESETH; PANGAN, 2018).

A composição da polpa de cacau é crítica para o bom desempenho da fermentação, uma vez que o desenvolvimento de precursores de sabor é resultado da ação de leveduras e bactérias sobre os componentes da polpa. Dessa forma, o processo de fermentação adequado favorece a perda de ácidos voláteis, melhorando o sabor desenvolvido durante essa etapa. Já na torração, o desenvolvimento do sabor ideal depende do binômio tempo/temperatura. Dessa forma, temperaturas altas reduzem a aceitabilidade do chocolate, devido a odores e sabores queimados indesejáveis, além do desenvolvimento de cores marrom-avermelhadas, amargor, adstringência e, também, a degradação nos polifenóis do cacau (ENGESETH; PANGAN, 2018).

A formulação do chocolate, também, é importante para o desenvolvimento de compostos orgânicos voláteis. Entre os ingredientes, a manteiga de cacau atua como uma barreira entre compostos aromáticos na massa de cacau e percepção sensorial dos consumidores. Os tamanhos das partículas, também, afetam a liberação dos voláteis de sabor, sugerindo efeitos potenciais da estrutura da matriz e das interações do sabor lipofílico. Partículas maiores que 20 μ são detectáveis pela língua humana, influenciando a percepção e a sensação na boca. O processo de refino geralmente é conduzido com a combinação de dois e cinco refinadores de rolo, que reduzem o tamanho das partículas, quebram aglomerados, distribuem partículas através da fase contínua e revestem as partículas com o lipídeo. O processo de conchagem, também, contribui com o desenvolvimento de aroma, através da redução da umidade, remoção de alguns compostos de sabor indesejáveis, tais como ácido acético e ácidos graxos de cadeia curta (ENGESETH; PANGAN, 2018).

O processo final da produção do chocolate, temperagem, envolve o tratamento térmico da formulação para produzir uma pequena fração de cristais de gordura altamente

estáveis e homogêneos. Durante este processo, a manteiga de cacau cristaliza em uma forma polimórfica termodinâmica estável, forma polimórfica V, com um ponto de fusão entre 32 e 34 °C. Esta forma polimórfica dá a aparência lustrosa desejada, boa pressão, contração e características de vida de prateleira melhoradas. As condições adequadas de armazenamento, também, colaboram com a qualidade do chocolate, evitando a floração de gordura ou açúcar, chamado de efeito *Bloom*. O chocolate armazenado a temperatura elevada com e sem flutuações pode apresentar mudanças significativas na aparência e textura. Isso pode ser devido à transição polimórfica, do polimorfo V para VI, ocorrendo durante o armazenamento. Isso pode afetar o ponto de fusão e pode aumentar o teor de gordura sólida, contribuindo para a redução da perda de compostos voláteis (ENGESETH; PANGAN, 2018).

4 CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU: BENEFÍCIOS À SAÚDE

Desde o século XVI, os europeus utilizavam o cacau e o chocolate (líquido) como medicamentos, tanto na forma isolada ou combinado com ervas, plantas e outros suplementos alimentares. Assim, o cacau e o chocolate eram utilizados no tratamento de doenças, como desordens digestivas, dores de cabeça, inflamações e insônias. A epicatequina, um dos polifenóis encontrados no cacau, é o componente ativo responsável pelos efeitos benéficos à saúde vascular a ele associados. Há um crescente número de estudos que comprovam os benefícios à saúde propiciados pelos flavonóides (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011).

Além de nutrientes como carboidratos, gorduras, proteínas, peptídeos e aminoácidos, o cacau contém compostos bioativos, como polifenóis, incluindo flavanóis (por exemplo, epicatequina, catequina, procianidinas), flavonóis (quercetina e seus glicosídeos) e ácidos fenólicos (por exemplo, ácido gálico) que representam cerca de 10% do peso seco da amêndoa inteira. Principalmente a epicatequina, catequina e procianidinas exibem uma ampla gama de propriedades fisiológicas, tais como antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, anti-hipertensiva, anticarcinogênica e cardioprotetores, resultando na proteção contra doenças (ŻYELEWICZ et al., 2018)

Os produtos de cacau, também, contêm altos níveis de metilxantinas (a exemplo de cafeína, teobromina e teofilina), que podem aumentar os efeitos dos flavonóides no sistema nervoso central, e modular a função vascular. A concentração de componentes bioativos do cacau, no entanto, depende de fatores como a origem, o cultivar, colheita,

armazenamento e processamento do cacau, sendo que alguns compostos sofrem alterações ou degradação parcial durante o processamento (DAVINELLI et al., 2018).

Outra atribuição dos polifenóis é a capacidade antioxidante. O termo antioxidante deriva da prevenção do consumo de oxigênio. As espécies reativas de oxigênio são geradas durante reações de transferência de elétrons em células aeróbicas, principalmente, pela cadeia transportadora de elétrons mitocondrial, incluindo o radical hidróxido ($\cdot\text{OH}$), ânion superóxido ($\text{O}_2\cdot^-$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ácido hipocloroso (HOCl) e oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$). Quando produzidos em excesso, as espécies reativas de oxigênio causam um estresse oxidativo nas células, provocando doenças como aterosclerose, certos tipos de câncer, diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, inflamação crônica, derrame, choque séptico e envelhecimento. Sendo assim, para auxiliar os sistemas antioxidantes de defesa, é desejável a ingestão de substâncias com capacidade antioxidante para combater o excesso de oxigênio reativo. Alguns polifenóis, como o flavonol quercetina e os flavanóis catequina e epicatequina, além de carotenóides e vitaminas C e E apresentam elevada atividade antioxidante (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011; CÖMERT; GÖKMEN, 2018).

REFERÊNCIAS

ADABE, K. E.; NGO-SAMNICK, L. Cocoa: Production and Processing. **Pro-Agro Collection**, 2014

AFAOKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. p. 275, 2010.

AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A. Cocoa fermentation: Chocolate flavour quality. **Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food**. Taylor & Francis Publishing Inc. Oxford, UK, p. 457-468, 2010.

ALEXANDRE, R. et al. Caracterização de Frutos de Clones de Cacaueiro na Região Litorânea de São Matheus, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p. 785 - 790, 2015.

BAREL, M. Le commerce du cacao dans le Monde. **Chocolat et confiserie magazine**, n. 410, p. 10-14, 2014.

BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**, 4^a ed, p. 1-688, 2009.

BISPO, E. da S. et al. Perfil sensorial de pó de cacau (*Theobroma cacao* L.) alcalinizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 375-381, 2005.

BORCHERS, A. T. et al. Cocoa and chocolate: composition, bioavailability, and health implications. **Journal of Medicinal Food**, v. 3, n. 2, p. 77-105, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 38, de 23 de Junho de 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos. **Diário Oficial da União**, 24 jun. 2008. Seção 1, p. 10.

BURNDRED, F. Food Safety in Chocolate Manufacture and Processing. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. New York: Blackwell Publishing Ltda, p. 530-549, 2009.

CAMU, N. et al. Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 2288 - 2297, 2008

CHEESMAN, E.E. Notes on the nomenclature, classification and relationships of cocoa populations. **Tropical Agriculture**, v. 21, p. 144–159, 1944.

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

COHEN, K. O.; JACKIX, M. N. H.; SOUSA, M. V. Otimização do processo de temperagem de produto análogo de chocolate ao leite elaborado com amêndoas de cacau e de cupuaçu. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 115-127, 2004.

CÖMERT, E. D.; GÖKMEN, V. Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century. **Food Research International**, v. 105, p. 76-93, 2018.

CRAFACK, M.; et al. Impact of starter cultures and fermentation techniques on the volatile aroma and sensory profile of chocolate. **Food Research International**, v. 63, p. 306–316, 2014.

DAVINELLI, S. et al. Short-term supplementation with flavanol-rich cocoa improves lipid profile, antioxidant status and positively influences the AA/EPA ratio in healthy subjects. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 61, p. 33-39, 2018.

DRUMMOND, M. C. M. **Relação entre o grau de torração do cacau (*Theobroma cacao* L.), sua qualidade nutricional e atributos sensoriais**. 1998. 127p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

ENGESETH, N. J.; PANGAN, M. F. Ac. Current context on chocolate flavor development—A review. **Current Opinion in Food Science**, v. 21, p. 84-91, 2018.

EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonóides durante a fermentação de cacau para produção de chocolate**. 2004. 114p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de 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-de-bruxa 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

- FERREIRA, A. C. R. et al. Guia de Beneficiamento de Qualidade de Cacau. 1. Ed. Ilhéus: **Instituto Cabruca**, v. 1, p. 1-52, 2013.
- FRAUENDORFER, F.; SCHIEBERLE, P. Changes in key aroma compounds of Criollo cocoa beans during roasting. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 21, p. 10244-10251, 2008.
- HANNUM, S. M.; ERDMAN, J. W. JR. Emerging Health Benefits from Cocoa and Chocolate. **Journal of Medicinal Food**, v. 3, n. 2, 2000.
- ICCO. **International Cocoa Organization**. 2017. Disponível em:< <https://www.icco.org/about-cocoa/fine-or-flavour-cocoa.html>> Acesso em: 27 Ago 2018
- ICGD. **International Cocoa Germplasm Database**. 2014. Disponível em:< <http://www.icgd.rdg.ac.uk/clone.php>> Acesso em: 01 ago. 2018.
- ICCO. International Cocoa Organization. **Origens do Cacau e sua Propagação ao Redor do Mundo**. Disponível em:< <https://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>> Acesso em: 31 jul. 2018.
- IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. **Melhoramento Genético: Seleção massal e individual**. Circular técnica n. 21. Disponível em:< <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr021.pdf>> Acesso em: 30 Ago 2018.
- KADOW, D. et al. Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.)– Reconstruction and guidance of the fermentation process. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 357-361, 2015.
- LEATHERS, R. R.; SCRAGG, A. H. The effect of different temperatures on the growth, lipid content and fatty acid composition of *Theobroma cacao* cell suspension cultures. **Plantscience**, v. 62, n. 2, p. 217-227, 1989.
- LOBÃO, D. E. et al. Cacau-Cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical. **Indícios Veementes**, v. 3, p. 10-24, 1997.
- LOCKWOOD, G.; GYAMFI, M. M. O. The CRIG (Cocoa Research Institute of Ghana) cocoa (*Theobroma cacao*) germplasm collection with notes on codes used in the breeding programme at Tafo (Ghana) and elsewhere. **CRIG Technical Bulletin (Ghana)**, 1979.
- LOPES, A. S.; GARCÍA, N. H. P.; VASCONCELOS, M. A. M. Avaliação das condições de torração após a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum* Schum) e cacau (*Theobroma cacao* L.). **Brazilian Journal Food Technology**. v. 6, n. 2, p. 309-16, 2003.
- LOPES, U. V., et al. Cacao breeding in Bahia, Brazil: strategies and results. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, n.spe, p. 73–81, 2011.
- LUNA, F, et al. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 1, p. 3527-3532, 2002.

MEURSING, E.H. Cocoa mass, cocoa butter, cocoa powder. In: BECKETT, S.T. (Ed.). **Industrial chocolate manufacture and use**. 2.ed. London: Champman and Hall, 1994. Cap. 6, p.70-82.

MINIFIE, B.W. **Chocolate Cocoa and confectionery: Science and Technology**. 3 ed. New York: AVI Book, 1989.

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. da V. et al. Sucessão microbiana e dinâmica de metabólitos e açúcares durante a fermentação de três diferentes híbridos de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Food research international** , v. 54, n. 1, p. 9-17, 2013.

MOTAMAYOR, Juan C. et al. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). **PLoS One**, v. 3, n. 10, p. 1-8, 2008

MOUNJOUENPOU, P. et al. Temperature/duration couples variation of cocoa beans roasting on the quantity and quality properties of extracted cocoa butter. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 63, p. 19-24, 2018.

NASCIMENTO, H. S. S. O. **Estudo do efeito de tratamento enzimático sobre as características de qualidade de ardósia e sua influência no aroma de chocolate**. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

NEVZAT, K.; et al. Improving Functionality of Chocolate: A Review on Probiotic, Prebiotic, and/or Synbiotic Characteristics. **Trends in Food Science & Technology**, v. 49, 2016.

NIEDIEK, E.A. Particle size reduction. In: BECKETT, S.T. (Ed.). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 2.ed. London: Champman & Hall, 1994. Cap.7, p. 83-100.

NIEMENAK, N. et al. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6, p. 612-619, 2006.

OFORI, A. et al. Genetic variation for vigour and yield of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in Ghana. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 287–293, 2016.

PADI, F. K. et al. The impact of SNP fingerprinting and parentage analysis on the effectiveness of variety recommendations in cacao. **Tree Genetics & Genomes**, v. 11, n. 3, p. 1-14, 2015.

PIRES, J. L. **Avaliação quantitativa e molecular de germoplasma para o melhoramento do cacaueiro com ênfase na produtividade, qualidade de frutos e resistência a doenças**. Universidade Federal de Viçosa (Tese de doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2003.

SAMBUICHI, R. H. R. et al. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 1055-1077, 2012.

SANTOS, G. B. M. dos; SANTOS, P. B. M. dos; SANTOS, A. M. dos. **Mercado de Cacau Fino no Brasil e no Mundo. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, CEPLAC**. 2016. Disponível em:< <http://www.ceplac.gov.br/radar/MERCADO%20DE%20CACAU%20FINO%20NO%20BRASIL%20E%20NO%20MUNDO.pdf>> Acesso em: 01 ago. 2018.

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.

SOUZA, E. C. M. Conab- Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. **Análise Mensal: Cacau (Amêndoa)**. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 30 Ago 2018.

VENTER, M. J. et al. Expression of cocoa butter from cocoa nibs. **Separation and purification technology**, v. 55, n. 2, p. 256-264, 2007.

ZENG, Y.; BRAUN, P.; WINDHAB, E. J. Tempering. **The Manufacturing Confectioner**, v. 82, n. 4, p. 71-80, 2002.

ŻYCLEWICZ, D. et al. O efeito sobre componentes bioativos e características do chocolate por funcionalização com grãos de cacau cru. **Food Research International**, v. 113, p. 234-244, 2018.

CAPÍTULO II

Potencialidade de Cultivares de Cacao da Região Sul da Bahia para a Produção de Chocolates Finos

Potencialidade de Cultivares de Cacau da Região Sul da Bahia para a Produção de Chocolates Finos

MARTINS, Lucimara Miranda¹; SANTANA, Ligia Regina Radomille de²; SOARES, Sérgio Eduardo¹; VIOLA, Denise Nunes³; BIASOTO, Aline Camarão Telles⁴; BISPO, Eliete da Silva¹

¹Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

²Departamento de Ciências da Vida, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

³Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

⁴Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco, Brasil

RESUMO

O cacau, principal matéria-prima do chocolate, é rico em compostos bioativos benéficos à saúde. Contudo, os principais motivos da apreciação do chocolate são as características sensoriais, que são fortemente influenciadas pelas etapas do processamento e caráter genético do cultivar do cacau. O presente trabalho descreveu e avaliou a qualidade sensorial e a composição química de chocolates com alto teor de cacau, produzidos a partir dos cultivares Pará/Parazinho, Ipiranga, CCN51 e PS1319, com o intuito de verificar o potencial dessas variedades para a produção de chocolates finos. Foram quantificados os conteúdos de fenólicos monoméricos, fenólicos totais, antocianinas, metilxantinas e capacidade antioxidante. Também, foram determinadas as características de cor, textura e a qualidade sensorial dos chocolates. Método estatístico não paramétrico foi aplicado aos resultados das determinações químicas e físicas e a diferença entre as médias foi determinada através do teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Os resultados das análises sensoriais foram submetidos à ANOVA e aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$). A correlação dos dados sensoriais e químicos foi determinada por Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares* - PLS). Os resultados químicos mostraram que as amostras de chocolate diferiram significativamente entre si quanto ao teor de teobromina, ácido gálico, catequina e cafeína (mg/g). Quanto às análises físicas, as amostras apresentaram diferença significativa quanto aos parâmetros dureza, mastigabilidade e luminosidade. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]) revelou para a variedade Pará/Parazinho características como aroma ácido, aroma de cacau, aroma torrado, gosto amargo, adstringência e sabor de cacau mais intenso; a variedade Ipiranga foi caracterizada pelo aroma frutado, sabor frutado e derretimento mais pronunciado; a variedade CCN51 apresentou aroma adocicado, aroma amanteigado, gosto doce, sabor amanteigado, cor marrom e firmeza mais intensa; e a variedade PS1319 revelou aroma ácido, sabor de cacau, gosto amargo e gosto ácido intenso. Nos testes com consumidores, as amostras provenientes das variedades Ipiranga e CCN51 não diferiram significativamente entre si e receberam as maiores notas para o atributo qualidade global e maior percentual de intenção de compra. Os chocolates das variedades Pará/Parazinho e PS1319 receberam as menores notas de aceitação pelos consumidores, que pode ser justificado pela maior intensidade de amargor, revelada no teste “*Just Right Scale*”. O teste do CATA revelou descritores sensoriais similares aos encontrados na ADQ[®] para as amostras dos quatro cultivares estudados, explicando 86,63 % da variabilidade entre as amostras. As variedades de

cacau CCN51 e Ipiranga apresentaram características especiais de aroma e sabor e, portanto, potencial para a produção de chocolates finos.

Palavras-chave: *Theobroma Cacao L.*; Compostos Fenólicos; Atividade Antioxidante; Análise Descritiva Quantitativa; Aceitação por Consumidor; CATA.

1 INTRODUÇÃO

O cacau é um fruto de grande importância econômica, sendo uma fonte de renda para agricultores em regiões tropicais em todo o mundo. As amêndoas fermentadas e secas são a principal matéria-prima para a fabricação de chocolate, além de ter aplicabilidade, também, no desenvolvimento de fármacos e cosméticos. Destaca-se no cacau a quantidade de compostos com atividade antioxidantes, e a sua utilização para promover a saúde é desde as civilizações Maia e Asteca na América do Sul, há 3000 anos (BECKETT, 2009; AFOAKWA; PATERSON, 2010; KADOW et al., 2015; ALEXANDRE et al., 2015).

O beneficiamento do cacau se inicia com a colheita dos frutos, os quais são selecionados conforme a maturação. Na sequência, as amêndoas, juntamente com a polpa, são removidas da casca, e seguem para os processos de fermentação, secagem e torrefação. Os grãos torrados são separados em *nibs* que são moídos para a obtenção do *liquor* de cacau (ou massa de cacau). A manteiga de cacau é obtida a partir da prensagem do liquor, enquanto o cacau em pó é obtido a partir da moagem da torta. (LEATHERS; SCRAGG, 1989; BORCHERS, 2000). Para a produção do chocolate, o liquor segue para as etapas de formulação, conchagem, temperagem e, finalmente, o chocolate é moldado e resfriado (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011; CRAFACK et al., 2014).

O sabor característico do chocolate, bem como a cor típica, redução de amargor e adstringência e composição nutricional dependem das características genéticas do cacau, do ambiente de cultivo, do beneficiamento das amêndoas (colheita, fermentação e secagem) e do processamento de chocolate realizado na indústria (ZIEGLEDER, 2009; CRAFACK et al., 2014). Do ponto de vista físico-químico, o chocolate é uma dispersão de partículas semi-sólidas finas, a partir de açúcar e cacau (e leite, para um tipo específico), perfazendo cerca de 70 % no total, numa fase gordurosa contínua. A manteiga de cacau é composta de 50 a 57 % de lipídeos, em média, 33 % de ácido oléico, 25 % de ácido palmítico e 33 % de ácido esteárico. E, a massa livre de gordura restante é cerca de 20 %

de proteína, 16 % de amido, 26 % de fibra, 5 % de cinzas e 33 % de outros componentes (AFOAKWA; PATERSON, 2010; TOKEDE; GAZIANO; DJOUSSÉ, 2011).

O mercado internacional classifica o cacau como “*bulk*” ou cacau fino. O cacau fino é definido como o cacau que apresenta aromas especiais (sabor e aroma frutado, floral, amadeirado, nozes e caramelo), e é produzido a partir do grupo Criollo ou Trinitário. Ao contrário, o cacau *bulk* (cacau comum) é um tipo de cacau padrão proveniente do grupo Forastero, sem características aromáticas específicas (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016). Em outubro de 2018, o mercado de Nova York registrou um aumento de 11 % no preço da amêndoa do cacau comum, sendo o valor de US\$ 2.233,00 por tonelada (ICCO, 2018). No mesmo período, segundo a Associação *Bear to Bar Brasil*, a cotação do cacau na Bahia foi de R\$ 9.466,67 por tonelada (equivalente a US\$ 35.222,64). O cacau fino não é vendido como *comodities* e obtém um preço duas a três vezes superiores a cotação das bolsas (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2016).

Os países que lideram a produção de cacau são Costa do Marfim, Gana e Indonésia. O Brasil é o sétimo maior produtor de cacau, atrás do Equador, Camarões e Nigéria (ICCO, 2018). O Pará é o Estado brasileiro que lidera a produção de cacau seguido da Bahia, Espírito Santo e Rondônia. Na Bahia, após a instalação da doença vassoura-de-bruxa, a produção cacaeira passou a ser menor. A *International Cacao Organization* (2015) revela que, o auge da produção de cacau na Bahia foi entre 1986 e 1987, quando a produção foi de 397 mil toneladas de amêndoas. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), o Estado da Bahia apresentou uma safra de, aproximadamente, 80 mil toneladas (IBGE, 2017).

A espécie *Theobroma cacao L.* se apresenta em três grupos, sendo estas: Trinitário, *Criollo* e *Forastero*. Com o intuito de solucionar a crise que atingiu a produção de cacau no Estado da Bahia, na década de 80 e 90, com a introdução da doença “vassoura de bruxa” causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, ao longo dos anos tem sido introduzidas espécies híbridas de cacau (ALEXANDRE et al., 2015; NIEMENAK et al., 2006; OFORI et al., 2016). Alguns estudos declaram que o genótipo influencia nas características de tamanho, cor, composição da polpa, sabor do *liquor* e na manteiga de cacau. Em função dessas influências, chocolates produzidos a partir de diferentes híbridos de cacau, também, apresentam características sensoriais distintas (CLAPPERTON et al., 1994 ; LOPES et al., 2011; EFRAIM et al., 2013 ; RAMOS et al., 2014).

A *International Cacao Germplasm Database* aponta 888 grupos de cultivares de cacau híbridas. O Centro de Pesquisa do Cacau e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, em colaboração com agricultores, têm desenvolvido um plano de melhoramento genético, através da introdução de cultivares híbridas (CLAPPERTON et al., 1994 ; LOPES et al., 2011; EFRAIM et al., 2013 ; RAMOS et al., 2014).

Pará-Parazinho, por exemplo, é uma cultivar híbrida proveniente do Estado do Pará e os seus progenitores são as cultivares Amelonado e Lagarto. Outro exemplo de cultivar de cacau híbrida é a CCN51 que foi selecionada por Homero Castro no Equador e obtida a partir das cultivares ICS95 e IMC67. Outras cultivares são obtidas por polinização aberta, como as cultivares Ipiranga e PS1319 que são variedades de produtores da região Sul da Bahia que ainda não foram registradas (ICGD, 2018). Essas variedades híbridas são provenientes do município de Ibirataia, no Estado da Bahia, de latitude 14° 04' 01" S, longitude 39° 38' 26" W e altitude 141 m (IBGE, 2018).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade sensorial e determinar a composição físico-química de chocolates com alto teor de cacau produzidos a partir de diferentes cultivares híbridas provenientes da Região Sul da Bahia. E assim, verificar o potencial destas variedades para produção de chocolates finos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Neste estudo, foram utilizados quatro cultivares de cacau, a saber: Pará/Parazinho, Ipiranga, CCN51 e PS1319..

2.2 Processamento dos chocolates

Para cada cultivar de cacau, a formulação do chocolate foi de 70 % de teor de cacau (66 % de *nibs* e 4 % de manteiga de cacau), 29,60 % de sacarose e 0,40 % de lecitina de soja. Tal formulação foi estabelecida para uma batelada de 25 kg.

. O processo de fermentação perdurou 7 dias, sendo realizado em cochos de madeira, com revolvimento das amêndoas após 48 h. Em seguida, as amêndoas fermentadas foram secas ao sol em mesa perfurada de aço inoxidável, até umidade final de 6 %. Após o processo de secagem, as amêndoas foram recepcionadas em uma fazenda na cidade de Ilhéus, também na Bahia, para o processamento do chocolate.

As amêndoas fermentadas e secas foram torradas em um torrador circular, a uma temperatura inicial de $90 \pm 0,1$ °C e $120 \pm 0,1$ °C no final do processo, durante 1 hora e 20 minutos. Após a torração, as amêndoas foram trituradas, com remoção da casca e obtenção dos *nibs* de cacau. Os *nibs* foram triturados em moinho de facas, com adição de açúcar. Posteriormente, a massa de cacau foi refinada em moinho de cinco rolos, até obtenção de granulometria igual a 18 μm . A massa refinada seguiu para a conchagem, em concha horizontal, à temperatura de 55,8 °C por 48 h. Nesta etapa, foram adicionadas a manteiga de cacau e a lecitina. O processo subsequente, temperagem, foi realizado em temperadeira; o chocolate foi moldado em forma de polietileno para obtenção de barras de chocolate de 5 g, e colocados em mesa vibratória para eliminação de bolhas de ar. O chocolate seguiu para um túnel de resfriamento e, depois, permaneceu em uma sala para repouso por, no mínimo, 6 h. Por fim, o chocolate foi embalado e armazenado a 18 °C de modo a garantir as características do produto final. Os equipamentos utilizados foram da Jaf Inox, indústria de máquinas de chocolate, do Estado de São Paulo, Brasil.

2.3 Determinações Químicas

2.3.1 Preparo das amostras

As determinações químicas foram realizadas com a amostra desengordurada, conforme descrito por Efraim et al. (2006). Para isso, foram pesados 2,0 g de amostra moída, em tudo de *Falcon* de 50 mL. A amostra foi levada à capela de exaustão, e adicionou-se 6,0 mL de éter de petróleo concentrado, e a mistura foi agitada em *vórtex* (Phoemix, modelo AP-56), por 5 minutos. Na sequência, a mistura foi centrifugada (Mikro 220R, Lettich zenthifugen) por 15 minutos, a temperatura de 22 °C e rotação de 6000 rpm. Em seguida, o sobrenadante foi transferido para outro tubo de *Falcon* de 50 mL. Novamente, adicionou-se 6,0 mL de éter de petróleo ao precipitado, e o procedimento de extração foi repetido por 5 vezes. A amostra desengordurada foi mantida sob refrigeração até a realização das análises. As determinações químicas foram realizadas em triplicata, com exceção da análise de compostos fenólicos e metilxantinas que foram realizadas em triplicata.

2.3.2 Quantificação de antocianinas

A quantificação dos pigmentos de antocianinas foi realizada de acordo com Teixeira et al. (2008), seguindo a metodologia para pH 7. Foi pesado 0,1 g da amostra desengordurada, e adicionados 4 mL de solução $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}/\text{HCl}$ (85:15). A mistura foi

centrifugada por 3 minutos, nas condições de 22 °C e 6000 rpm. O material foi deixado em repouso por 16 horas, sob refrigeração, ao abrigo da luz. Posteriormente, o material foi prensado manualmente em filtro de papel, e o extrato foi transferido para tubo de *Falcon* de 15 mL, tendo seu volume completado até 10 mL com o solvente extrator, formando o extrato concentrado.

O teor das antocianinas foi quantificado por método espectrofotométrico (modelo UV-M51, Bel Photonics) de pH único, efetuando leituras em comprimento de onda de 535 nm. O teor foi expresso em mg de antocianinas/100 g da fração da amostra analisada, conforme a Equação 1.

$$\text{Antocianinas} = \frac{\text{Absorbância}_{\text{amostra}} * \text{Fator de Diluição} * 100}{\text{Coeficiente de Extinção}} \quad \text{Equação 1.}$$

2.3.3 Determinação de atividade antioxidante

2.3.3.1 Método de sequestro de radicais livres do 2,2-difenil-1-picrilhidrazila

A capacidade antioxidante foi avaliada utilizando-se o método do sequestro de radicais livres do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) como descrito por Vinson e colaboradores (2006). Um volume de 0,1 mL dos extratos metanólicos, com concentração de 10 mg.mL⁻¹, foram submetidos à reação com 3,9 mL de uma solução de DPPH a 0,004 % (m/v). Após 30 minutos em ausência de luz, foram realizadas as leituras de absorbância a 517 nm em espectrofotômetro de luz UV (modelo UV-M51, Bel Photonics). A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição de oxidação do radical e calculado conforme a Equação 2 (YEN; DUH, 1994).

$$\% \text{ inibição} = \left(\frac{\text{Absorbância}_{\text{DPPH}} - \text{Absorbância}_{\text{extrato}}}{\text{Absorbância}_{\text{DPPH}}} \right) * 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde o A_{DPPH} é a absorbância da solução de DPPH e o A_{Extr} é a absorbância do extrato na solução. A capacidade antioxidante de cada amostra (IC50) é expressa como a concentração em µg.mL⁻¹ do extrato requerida para consumir (decrecer a concentração inicial) de DPPH em 50 %.

2.3.3.2 Método de redução de íon cobre

A capacidade antioxidante pelo método de redução de cobre (CUPRAC) se baseia na transferência de elétrons de Cu (II) a Cu (I) por redutores, e a capacidade antioxidante

é mensurada com base na medição da absorção do quelato formado e neocuproína, como resultado da reação redox entre o antioxidante e o reagente CUPRAC Cu(II) e neocuproína, medindo a absorbância no comprimento de onda de 450nm. (HUANG et al., 2005; OZUREK et al., 2011; OMENA et al., 2010). O método Cuprac foi realizado conforme descrito por Oliveira et al. (2015). No preparo das misturas reacionais, colocou-se em um tubo de *Falcon* (capacidade 15 mL): 1 mL de CuCl_2 ($1,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$), 1 mL de neocuproína em solução etanólica ($7,5 \times 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$), 1 mL de solução tampão NH_4Ac (1mol.L^{-1} , pH 7,0) e homogeneizou-se em vórtex. Em seguida, adicionou-se 100 μL de extrato etanólico de chocolate e 600 μL de água destilada. As amostras foram mantidas em repouso, a temperatura ambiente, por 30 minutos. Posteriormente, foi feita a leitura de absorbância em espectrofotômetro UV-vis (modelo UV-M51, Bel Photonics) a 450nm. A curva analítica ($R^2 = 0,9899$) foi preparada com *trolox* ($0,60 - 73 \mu\text{mol.L}^{-1}$) como padrão, e os resultados foram expressos em μmol equivalentes de *trolox*/g de extrato seco.

2.3.4 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos e metilxantinas

As determinações dos compostos fenólicos monoméricos (ácido gálico, catequina e epicatequina) e metilxantinas (teobromina e cafeína) foram realizadas de acordo com o método descrito por Maciel et al. (2017), com modificações. A concentração das curvas de calibração variou entre 2,00 a 1000,00 mg.mL^{-1} , e o coeficiente de determinação (R^2) de todos os compostos analisados foi maior de que 0,99. Os valores de recuperação médio foram de 90,10 % para ácido gálico, 89,70 % para a cafeína, 92,10 % para a teobromina, 87,80 % para a catequina e 94,70 % para a epicatequina. As amostras foram filtradas em filtro de 0,45 μm de espessura e 25 mm de diâmetro. Dez microlitros de cada amostra em solução metanólica foram analisadas pelo método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), utilizando o sistema de HPLC *PerkinElmer*[®] equipado com injetor VI *Flow* e coluna C-18 (250 x 4,6 mm / 5 μ). A eluição dos solventes seguiu o sistema isocrático, a saber: (A): ácido fosfórico 0,05 % em água ultrapura e (B): metanol e acetonitrila grau HPLC, na proporção 2:1. Os componentes foram detectados por detector UV no comprimento de onda de 280 nm. O tempo de corrida foi de 25 minutos, com fluxo de corrida 0,4 mL/mm e temperatura do forno de 35 °C. Todos os padrões utilizados para determinações quantitativas foram da *Sigma-Aldrich*.

2.3.5 Quantificação de Fenólicos Totais

O conteúdo de polifenóis totais foi determinado pelo método espectrofotométrico (modelo UV-M51, Bel Photonics) e reagente *Folin-Ciocalteu*, que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos das amostras com concomitante formação de um complexo azul cuja intensidade aumenta linearmente a 760 nm, conforme descrito por Swain e Hillis (1959), citado por Roesler et al. (2007), com modificações. O total de fenóis de cada extrato foi quantificado por meio de uma curva padrão ($R^2 = 0,9970$) preparada com epicatequina (0,60 – 6,00 mg.mL⁻¹).

2.4 Determinações Físicas

2.4.1 Avaliação instrumental da textura

Foi realizada uma análise instrumental por texturômetro (modelo TAStable Micro Systems). As amostras foram condicionadas a 21 °C, e analisadas através de um *probe* SMS/P6. As condições de operação foram: velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste 2,0m/s, velocidade de pós-teste 10,0mm/s, distância 5,0 mm, força de gatilho 5,1 g e tempo 5,0s. Foi utilizada placa de perfuração dupla com 8 mm de diâmetro. A força de perfuração foi expressa em Newton (N). Foram realizadas sete repetições.

2.4.2 Avaliação colorimétrica

A cor das amostras de chocolate foi determinada pelo método CieLabh em colorímetro (Konica Minolta, CR-5). Nesse sistema de cores, L* representa a luminosidade (L*=0 equivale a preto e L*=100 equivale a branco) e a* e b* são as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade: (+a* = vermelho e – a* = verde, +b* = amarelo e –b* = azul). A análise foi realizada em nove ensaios, para cada amostra (LEITE, 2013).

2.5 Avaliação Sensorial

As avaliações sensoriais foram realizadas na Universidade Federal da Bahia (UFBA) e na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da UNEB (Processo n. 1.231.812), e o consentimento por escrito foi dado por todos os voluntários.

2.5.1 Análise Descritiva Quantitativa

O perfil sensorial das amostras de chocolate proveniente das cultivares em estudo (Pará/Parazinho, CCN51, Ipiranga, PS1319) foi baseado no teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®). Fundamentalmente, a ADQ® foi realizada através das etapas: recrutamento de provadores, pré-seleção, treinamento, seleção final dos provadores, avaliação final das amostras, conforme descrito por Stone e Sidel (2004). O período correspondente ao treinamento e avaliação dos produtos perdurou três meses (maio a agosto/2017), através de duas sessões semanais, conforme a disponibilidade dos provadores.

2.5.1.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores

Foram recrutados trinta voluntários da comunidade acadêmica da Universidade Federal da Bahia, através de informativo por meios eletrônicos e cartazes divulgados na Faculdade de Farmácia. Foi aplicado um questionário para identificação do voluntário. Os critérios para pré-seleção dos participantes dos testes sensoriais dos chocolates foram: boa saúde, não ser fumante, ser consumidor de cacau ou derivados, não apresentar alergia a nenhum componente do produto, disponibilidade, habilidade para trabalhar em grupo e percepção para descrever diferenças entre produtos e expressar as sensações percebidas.

2.5.1.2 Treinamento de provadores

Inicialmente, os provadores foram treinados quanto ao reconhecimento de gostos básicos e aromas. A segunda etapa do treinamento consistiu na aplicação do teste triangular, ordenação, comparação pareada, teste discriminativo com escala não estruturada, utilizando-se as seguintes amostras: soluções de cacau em pó (4 e 6 %) e chocolates com diferentes teores de cacau (60, 75, 85 e 90%).

2.5.1.3 Levantamento dos termos descritivos das amostras de chocolate

A etapa seguinte consistiu no desenvolvimento de descritores sensoriais relativos à aparência, aroma, sabor e textura, a partir da avaliação das diferenças entre as amostras de chocolate, através do método de Rede (Kelly's Repertory Grid Method) descrito por Moskowitz (1983). A definição de cada termo descritor e a produção de amostras de referência foram obtidas por consenso, e está apresentada na Tabela 1. O treinamento foi finalizado quando os indivíduos não apresentavam mais dúvidas e se habituaram a usar a

ficha de avaliação descritiva. Ao final do treinamento, cada amostra foi avaliada em triplicata por cada membro do painel, utilizando-se um delineamento de blocos completos, com catorze provadores pré-selecionados participando da avaliação das amostras.

Tabela 1. Termos descritores, definição e materiais de referência.

Descritores Sensoriais	Definição	Material de Referência
Aparência		
Cor marrom	Cor característica do chocolate.	Pouco intenso: cacau em pó a 10 % adicionado em 100 g de suspensão de amido de milho. Muito intenso: cacau em pó a 80 % adicionado em 100 g de suspensão de amido de milho.
Brilho	Capacidade de reflexão da luz na superfície do produto.	Pouco: chocolate conservado a temperatura de -18°C Muito: chocolate pincelado com manteiga derretida
Aroma		
Cacau	Odor característico de chocolate/cacau.	Fraco: solução de chocolate em pó 0,5 %, em água destilada. (Mãe Terra Ltda, Brasil). Forte: solução de chocolate em pó 5,0 %, em água destilada. (Mãe Terra Ltda, Brasil).
Adocicado	Odor característico de açúcar/caramelo.	Nenhum: água destilada. Forte: açúcar aquecido a 120 °C até cor marrom.
Frutado	Odor característico de tangerina, limão e outras frutas cítricas.	Nenhum: água destilada. Forte: óleo essencial de tangerina, laranja e limão. Fraco: nibs de cacau não torrados.
Torrado	Aroma característico de amêndoas torradas em altas temperaturas.	Forte: nibs de cacau torrado por 5 minutos em potência máxima no microondas. Nenhum: água destilada. Forte: Cacau em pó a 80 % adicionado em 100 g de suspensão de amido de milho homogeneizado com manteiga.
Amanteigado	Aroma característico de manteiga.	
Sabor		
Chocolate / Cacau	Gosto associado ao chocolate	Pouco: solução de chocolate em pó 0,5 %, em água filtrada. (Mãe Terra Ltda, Brazil). Muito: Solução de chocolate em pó 5,0 %, em água filtrada. (Mãe Terra Ltda, Brazil).
Gosto Amargo	Gosto característico da cafeína.	Nenhum: água filtrada. Muito: Solução de cafeína a 0,5 %, em água filtrada (<i>Food Degree, Brazil</i>).
Gosto doce	Gosto associado à presença de açúcares.	Pouco: solução de sacarose a 1,0 %, em água filtrada. (União Ltda, Brazil). Muito: solução de sacarose a 10,0 %, em água filtrada (União Ltda, Brazil).
Frutado	Sabor relativa à fruta cítrica (tangerina, limão, laranja).	Nenhum: água filtrada. Muito: Solução de óleo de limão e tangerina 0,5 %, em água filtrada.
Gosto ácido	Gosto obtido do ácido cítrico.	Nenhum: água filtrada. Muito: solução de ácido cítrico 1 %, em água filtrada. Pouca: banana madura.
Adstringência	Sensação resultante da contração de saliva da mucosa da boca.	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% (AMMA-BA, Brazil).
Derretimento	Facilidade do chocolate derreter na boca /Liquefazer.	Pouco: Chocolate 85% cacau (AMMA-BA, Brazil) aquecido em microondas por 20 minutos. Muito: Chocolate 85% cacau (AMMA-BA, Brazil) aquecido em microondas por 40 minutos.

2.5.1.4 Avaliação das amostras de chocolate

As amostras de chocolate mantidas em temperatura climatizada ($22 \pm 1^{\circ} \text{C}$) foram servidas em bandejas brancas de poliestireno, identificadas com números de três dígitos, e foram apresentadas a cada provador em cabine individual, e os provadores foram orientados a degustar as amostras da esquerda para a direita e limpar o palato com água

filtrada entre cada amostra. A ficha de avaliação continha 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, respectivamente. Os provadores avaliaram os seguintes atributos: Aparência (cor marrom e brilho); aromas (adocicado, frutado, aroma de cacau, torrado, amanteigado e ácido); sabor (sabor de cacau, gosto amargo, gosto ácido, gosto doce, sabor frutado e adstringência); textura (firmeza e derretimento).

2.5.2 Check All That Apply - CATA

O método sensorial descritivo denominado CATA é considerado simples e pode ser utilizado para caracterizar diversos tipos de alimentos (ARES et al., 2014). As amostras de chocolates foram apresentadas aos participantes (100 indivíduos) em bandejas plásticas, de forma casualizada e balanceada segundo delineamento de blocos casualizados, e o teste consistiu em aplicar um questionário estruturado de múltipla escolha, contendo uma lista de termos, em que os participantes deveriam assinalar conforme a sua percepção sobre os atributos dos chocolates em estudo. Com este intuito, foram apresentados dezessete atributos aos consumidores, que foram: aroma ácido, aroma adocicado; aroma frutado; aroma de cacau; aroma torrado; aroma amanteigado; aroma amadeirado; gosto amargo; gosto ácido; gosto doce; sabor de cacau; sabor frutado; adstringência; sabor amanteigado; muito firme; macio; derrete rapidamente na boca.

2.5.3 Teste Afetivo

O teste afetivo foi aplicado a 100 consumidores não treinados, sendo 50 indivíduos da comunidade acadêmica e funcionários da UFBA e 50 da UNEB, recrutados de acordo com seu interesse, disponibilidade e hábito de consumo de chocolate com alto teor de cacau. Para os testes foram utilizadas amostras de 5 g de cada cultivar, devidamente codificadas com números de três dígitos, que foram servidas aos consumidores a 22 ± 1 °C em bandejas descartáveis. As avaliações ocorreram em cabines individuais dos laboratórios de análise sensorial de cada instituição, equipadas com lâmpadas fluorescentes e os consumidores foram instruídos a limpar o palato com água, entre as amostras. As amostras foram avaliadas com relação à aceitação da aparência, aroma, sabor, textura e qualidade global usando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (9= gostei extremamente e 1= desgostei extremamente). Em seguida, os consumidores foram solicitados a usar uma escala de cinco categorias "*Just right scale*"

(correspondente a 5= muito mais intenso que o ideal, 4= ligeiramente mais intenso que o ideal, 3= ideal, 2= ligeiramente menos intenso que o ideal, 1= muito menos intenso que o ideal) para avaliar as amostras quanto à doçura, amargor, acidez e firmeza (HEYMANN; LAWLESS, 2010). Também, foi aplicado um teste de intenção de compra usando uma escala de cinco pontos (5= certamente compraria, 4= provavelmente compraria, 3= talvez comprasse/talvez não comprasse, 2= provavelmente não compraria, 1= certamente não compraria) para avaliar a atitude dos consumidores diante dos produtos caso estivessem à venda (MEILGAARD et al., 2007; MUCCI et al., 2004).

2.6 Análise Estatística

Para os resultados das avaliações químicas e físicas foi aplicada análise não-paramétrica, com o teste *Kruskal Wallis*, ao nível de significância de 95 % de confiança ($p < 0,05$), através do *software R Commander* (versão 3.4.3). Os resultados do teste de aceitação foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey para comparação das médias ($p < 0,05$), e checar diferenças significativas entre as amostras, segundo cada atributo, através do *software SAS- Statistical Analysis System* (2015).

Os resultados da ADQ[®] foram analisados (*software SAS- Statistical Analysis System*, 2015) usando ANOVA (amostras e provadores e suas interações como causas de variação), seguido do 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). Para os resultados do método CATA foi aplicado o teste não-paramétrico *Cochran's Q* em cada descritor sensorial para avaliar possíveis diferenças entre os tratamentos; a frequência de citação de cada descritor foi determinada pela contagem do número de consumidores que usou o termo para descrever a amostra. A Análise de Correspondência foi aplicada para a tabela de contingência que é uma técnica multivariada e exploratória (BRUZZONE et al., 2015).

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 (MORAIS et al., 2014). O mapeamento de Preferência Interno foi utilizado para avaliar a preferência dos consumidores entre as amostras. Também, foi obtido o mapa de preferência interno, a partir da matriz de correlação de Pearson, para identificar a amostra de chocolate com

maior preferência entre os consumidores, a partir do teste de aceitação (CADENA et al., 2012). Estas análises estatísticas foram realizadas utilizando o software XLSTAT (2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Determinações Químicas

O presente estudo quantificou ácido gálico, catequina e epicatequina, além do conteúdo de teobromina e cafeína por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), conforme o cromatograma das soluções padrões apresentado na Figura 1. O tempo de corrida foi de 25 minutos sendo que, o primeiro pico, correspondente ao conteúdo de teobromina, saiu no tempo de 6 minutos, enquanto o último pico, referente à epicatequina, saiu no tempo de 22 minutos.

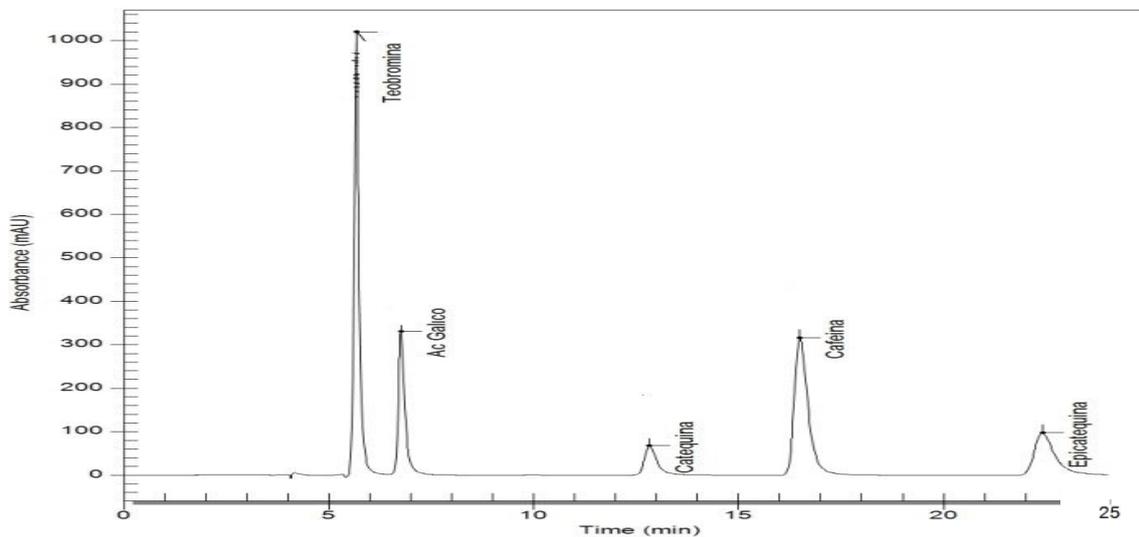


Figura 1. Cromatograma das soluções padrões de teobromina, ácido gálico, catequina, cafeína e epicatequina.

Encontram-se na Tabela 2 as determinações químicas realizadas nas amostras de chocolate com alto teor de cacau. Os tratamentos estudados não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) quanto ao conteúdo de epicatequina e capacidade antioxidante. Em relação ao teor de ácido gálico, as amostras dos cultivares Pará/Parazinho e Ipiranga apresentaram maior valor e diferiram significativamente das amostras CCN51 e PS1319. Em relação ao conteúdo de antocianinas totais (mg.g^{-1}) não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras CCN51 e PS1319, enquanto para o conteúdo de cafeína (mg.g^{-1}), a amostra CCN51 apresentou o menor valor médio, diferindo-se das demais amostras.

Todorovic e colaboradores (2015) avaliaram três amostras de chocolates produzidos na Sérvia, com 70 % de cacau. O teor de teobromina variou de 10,7 a 14,6mg.g⁻¹, sendo próximo ao encontrado para as amostras de chocolate dos cultivares Pará/Parazinho e Ipiranga. Os autores encontraram resultados inferiores para o conteúdo de catequina, que variou de 0,06 a 0,18, assim como para cafeína, que foram de 0,56 a 1,36 mg.g⁻¹. Também, foram observados menores teores de epicatequina (0,18 a 0,26 mg.g⁻¹) e de polifenóis totais (7,21 a 12,05 mg.g⁻¹) nos chocolates da Sérvia, quando comparados aos quantificados nas amostras de chocolate oriundas do Sul da Bahia.

Batista et al. (2016), também, trabalharam com chocolate 70 % de cacau, proveniente do cultivar PS1319 oriundo da cidade de Porto Seguro, no Sul da Bahia. O valor de teobromina determinado pelos autores foi próximo ao determinado neste estudo, sendo igual a 6,44 mg.g⁻¹. Por outro lado, o teor de cafeína foi de 1,81 mg.g⁻¹, sendo inferior ao encontrado neste estudo.

Embora as amostras de chocolate tenham apresentado diferenças significativas em relação ao conteúdo de fenólicos totais e compostos monoméricos, as amostras não diferiram entre si em relação à capacidade antioxidante nos métodos avaliados. Segundo Roginsky e Lissi (2005), a atividade antioxidante não é o resultado da soma dos compostos fenólicos individuais, visto que os compostos fenólicos interagem entre si, resultando em fenólicos condensados e oligomerizados típicos do vinho tinto e do cacau. No trabalho realizado por Yokozawa et al. (1998) com ervas medicinais, foi determinada uma variação muito ampla na atividade antioxidante de flavonóides em comparação aos taninos, na qual houve inibição efetiva do radical *2,2-difenil-1-picrilhidrazila* enquanto outras não apresentaram atividade antioxidante.

Tabela 2. Determinações químicas de chocolates produzidos com híbridos de cacau.

Chocolates por Cultivar de Cacau				
	Pará/Parazinho	Ipiranga	CCN51	PS1319
Antocianinas totais (mg.g⁻¹)	0,51 ^a ± 0,06	0,43 ^b ± 0,5	0,42 ^c ± 0,05	0,42 ^c ± 0,25
Fenólicos totais (mg.g⁻¹)	59,41 ^c ± 0,19	112,25 ^a ± 0,23	72,87 ^b ± 0,03	77,85 ^b ± 0,13
Compostos fenólicos				
Ácido Gálico (mg.g⁻¹)	27,84 ^a ± 5,60	18,65 ^a ± 2,10	8,91 ^b ± 0,43	8,34 ^b ± 0,22
Catequina (mg.g⁻¹)	0,85 ^c ± 0,06	1,29 ^{ab} ± 0,20	0,91 ^{bc} ± 0,07	1,36 ^a ± 0,12
Epicatequina (mg.g⁻¹)	0,24 ^a ± 0,20	1,73 ^a ± 0,77	0,25 ^a ± 0,12	0,58 ^a ± 0,09
Metilxantinas				
Teobromina (mg.g⁻¹)	13,66 ^a ± 2,37	10,32 ^{ab} ± 1,66	7,67 ^b ± 0,34	5,46 ^b ± 1,68
Cafeína (mg.g⁻¹)	6,86 ^a ± 2,40	7,25 ^a ± 2,27	1,08 ^b ± 0,26	5,25 ^a ± 0,73
Capacidade antioxidante				
DPPH (µg.mL⁻¹)	12,50 ^a ± 0,38	12,50 ^a ± 0,05	12,50 ^a ± 0,15	12,50 ^a ± 0,33
Cuprac (µmol.L⁻¹)	0,02 ^a ± 0,00	0,02 ^a ± 0,00	0,02 ^a ± 0,00	0,02 ^a ± 0,00

Letras diferentes, na mesma linha, representam diferença significativa para teste de Tukey ($p < 0,05$) entre as amostras de chocolates com alto teor de cacau.

O gráfico PLS (*Partial Least Squares*), na Figura 2, mostra que de fato nenhuma das variáveis químicas analisadas correlacionou-se fortemente com a aceitação global das amostras avaliadas pelos consumidores. As variáveis que mais se aproximaram da aceitação global (linking) dos chocolates foram compostos fenólicos totais e epicatequina, que foram superiores na amostra 2 (Ipiranga), que juntamente com a amostra 3 (CCN51) apresentaram maior aceitação entre os consumidores. Contudo, observou-se que as variáveis que se correlacionaram negativamente com a aceitação global (lado oposto de linking) foram as metilxantinas (teobromina, cafeína), ácido gálico e, também, antocianinas totais, que foram superiores na amostra 1 (Pará/Parazinho), o que pode justificar a menor aceitação destes chocolates.

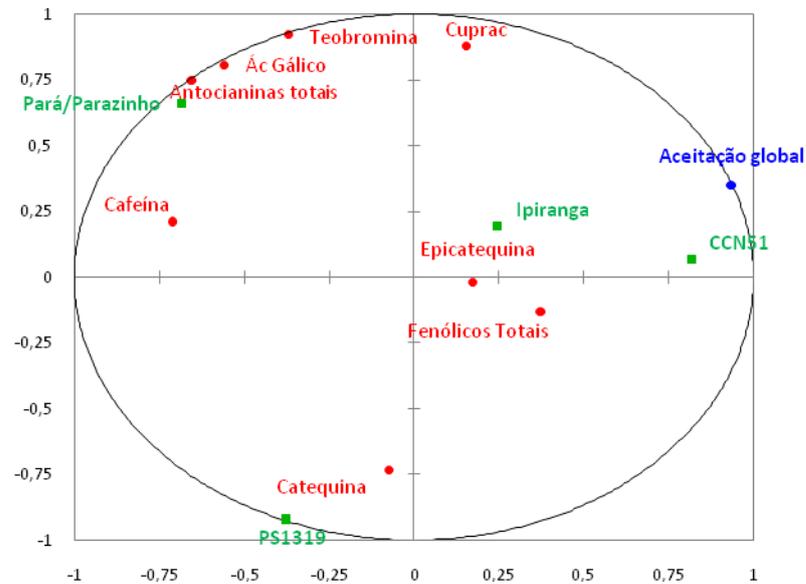


Figura 2. PLS (*Partial Least Squares*) para os resultados das avaliações químicas das amostras de chocolates, provenientes de diferentes cultivares de cacau.

3.2 Determinações físicas

Quanto às características físicas, a amostra PS1319 obteve o maior valor médio nos parâmetros de fraturabilidade e adesividade, assim como, luminosidade e *ângulo hue*. Os resultados das determinações físicas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Determinações físicas de chocolates produzidos com híbridos de cacau.

Chocolates por Cultivar de Cacau				
	Pará/Parazinho	Ipiranga	CCN51	PS1319
Textura				
Dureza (N)	77,41 ^b ± 1,10	92,88 ^a ± 3,28	91,99 ^a ± 0,97	69,57 ^c ± 0,40
Fraturabilidade (N)	0,00 ^b ± 0,00	0,00 ^b ± 0,00	0,00 ^b ± 0,00	0,69 ^a ± 0,00
Adesividade (g.s)	0,20 ^b ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,03 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,02
Mastigabilidade (N)	14,44 ^a ± 1,02	0,00 ^c ± 0,00	0,01 ^c ± 0,01	3,83 ^b ± 0,33
Gomosidade (N)	17,58 ^a ± 2,03	0,01 ^c ± 0,01	0,06 ^c ± 0,06	2,20 ^b ± 0,64
Cor				
Luminosidade (L*)	27,92 ^c ±0,07	28,52 ^b ±0,08	27,99 ^c ±0,05	29,05 ^a ±0,12
Parâmetro a*	7,12 ^c ±0,04	7,83 ^a ±0,04	7,29 ^b ±0,05	6,69 ^d ±0,05
Parâmetro b*	4,30 ^{bc} ±0,04	4,78 ^a ±0,10	4,07 ^c ±0,09	4,42 ^b ±0,12
Croma (C)	8,32 ^b ±0,06	9,17 ^a ±0,09	8,35 ^b ±0,08	8,02 ^c ±0,11
Ângulo hue (h)	31,22 ^b ±0,15	31,25 ^b ±0,50	29,15 ^c ±0,39	33,41 ^a ±0,54

Letras diferentes, na mesma linha, representam diferença significativa para teste de Tukey ($p < 0,05$) entre as amostras de chocolates com alto teor de cacau.

A textura do chocolate é a mais complexa de todas as suas características físicas e, juntamente com o sabor, é o atributo mais considerado durante a escolha do produto. A textura é um parâmetro que se refere à sensação na boca e à percepção que se tem de suas características físicas durante a mordida e a mastigação. Contudo, a preferência pode variar de acordo com a localidade, como por exemplo, na Suíça a preferência é por chocolates macios, enquanto na Holanda, a maioria dos consumidores prefere chocolates com alto teor de cacau e, conseqüentemente, mais firmes (AFOAKWA, 2016).

As amostras de chocolate apresentaram-se nas regiões do vermelho e amarelo, com valores do parâmetro L^* menor que 50, caracterizando-as como amostras escuras. Ainda, a presença de compostos fenólicos pode favorecer o escurecimento enzimático (COHEN; JACKIX, 2005; PADILHA, 2010). O chocolate do cultivar Ipiranga na coordenada cromática a^* teve valor superior em relação às demais amostras, ou seja, sua intensidade para o vermelho foi mais acentuada. Na coordenada b^* pode-se constatar que os cultivares Pará/Parazinho e CCN51 produziram chocolates com menor intensidade da cor amarela em relação aos demais chocolates. Segundo Padilha et al. (2010), a coloração marrom característica de produtos como chocolate é o resultado da combinação dos cromos positivos a^* e b^* .

A formulação pode exercer influência na textura do chocolate. No estudo realizado por Toker et al. (2018) com chocolates amargos, o parâmetro dureza foi 100 vezes maior que os obtidos no presente estudo. Valores inferiores foram encontrados por Glicerina e colaboradores (2013), no estudo que realizaram com a seguinte formulação do chocolate: manteiga de cacau (38%), cacau em pó (15%), sacarose (39,52 %), lecitina de soja (0,3 %), carbonato de sódio (0,15 %) e extrato de baunilha (0,03%), para o qual apresentou o parâmetro de dureza igual a 20,10 N.

As amostras de chocolate dos cultivares Pará/Parazinho e CCN51 apresentaram menor luminosidade (L) e não diferiram entre si, confirmando o resultado da ADQ[®], que mostrou maior intensidade da cor marrom nestes dois tratamentos. Quanto ao parâmetro de dureza, a análise instrumental, também, está de acordo com o resultado da ADQ[®], que revelou característica de maior firmeza para as amostras do cultivar CCN51, o mesmo encontrado na análise instrumental.

3.3 Avaliação sensorial

3.3.1 Análise descritiva quantitativa

O desempenho dos provadores foi avaliado por meio dos resultados estatísticos para ANOVA e o Teste F (amostras e repetições), em relação ao poder discriminatório (p de $F_{amostra} \leq 0,5$) e a repetibilidade (p de $F_{repetição} > 0,05$), conforme sugerido pela ASTM (1976). Dessa forma, foram selecionados catorze provadores (5 homens e 9 mulheres), conforme apresentado nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Valores de p de $F_{amostra}$ da análise de variância para cada provador, por atributo.

		Provedores/ AMOSTRA ($P \leq 0,5$)													
Parâmetros		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
APARÊNCIA	CMAR	0.0001*	0.0122*	0.0158*	0.0003*	0.0001*	0.0031*	0.0001*	0.0004*	0.0002*	0.0004*	0.0034*	0.0014*	0.0020*	0.0093*
	BRIL	0.0018*	0.2653*	0.0453*	0.3069*	0.0350*	0.0121*	0.6496	0.0016*	0.0203*	0.0372*	0.0011*	0.0098*	0.0001*	0.0523*
AROMA	AACI	0.0001*	0.0004*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0003*	0.0001*	0.0002*	0.0001*	0.0001*	0.0003*	0.0001*
	ADOC	0.0007*	0.0025*	0.0001*	0.0011*	0.0022*	0.0015*	0.0102*	0.0001*	0.0008*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0183*	0.0129*
	ACAU	0.0026*	0.0009*	0.0001*	0.0014*	0.0001*	0.0002*	0.0048*	0.0008*	0.0003*	0.0240*	0.1089*	0.0003*	0.0064*	0.0112*
	ATOR	0.0383*	0.0023*	0.0022*	0.0044*	0.2396*	0.0160*	0.1678*	0.0001*	0.0264*	0.0050*	0.0001*	0.0030*	0.0034*	0.0198*
	AFRU	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0007*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0021*	0.0003*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
	AMAD	0.0108*	0.0007*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0020*	0.0001*	0.0002*	0.0303*	0.0080*	0.0001*	0.0003*	0.0001*	0.0003*
	AMAN	0.0006*	0.0008*	0.0001*	0.0001*	0.0016*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0054*	0.0001*	0.0001*	0.0061*	0.0001*
	AMAR	0.0001*	0.0077*	0.0631*	0.0003*	0.0009*	0.0002*	0.0291*	0.0001*	0.0006*	0.0043*	0.0169*	0.0030*	0.0111*	0.0041*
SABOR	ACID	0.0002*	0.6663	0.0267*	0.0006*	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0029*	0.0006*	0.0578*	0.1869*	0.0557*	0.0604*	0.0004*
	DOCE	0.0029*	0.0008*	0.0543*	0.0001*	0.0001*	0.0003*	0.0038*	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0022*	0.0003*	0.0001*	0.0001*
	SCAU	0.0117*	0.0051*	0.0001*	0.0242*	0.0310*	0.0001*	0.0108*	0.1373*	0.0711*	0.0408*	0.1295*	0.1504*	0.1071*	0.0016*
	FRUT	0.0001*	0.0001*	0.0005*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0032*	0.0001*	0.0003*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
	ADST	0.0009*	0.0003*	0.0026*	0.0001*	0.0004*	0.0013*	0.0001*	0.0002*	0.0020*	0.0294*	0.0001*	0.0003*	0.0001*	0.0001*
	SMAN	0.0608*	0.0044*	0.0049*	0.0341*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0019*	0.0001*	0.0255*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
	FIRM	0.0001*	0.0001*	0.0031*	0.0122*	0.0320*	0.0003*	0.0001*	0.0005*	0.0023*	0.0919*	0.0002*	0.0032*	0.0002*	0.0007*
TEXTURA	DERR	0.0001*	0.0002*	0.0001*	0.0001*	0.0005*	0.0025*	0.0013*	0.0001*	0.0001*	0.0003*	0.0068*	0.0003*	0.0013*	0.0008*

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

CMAR: Cor Marron; **BRIL:** Brilho; **AACI:** Aroma ácido; **ADOC:** Aroma adocicado; **ACAU:** Aroma de cacau; **ATOR:** Aroma torrado; **AFRU:** Aroma frutado; **AMAD:** Aroma amadeirado; **AMAN:** Aroma amanteigado; **AMAR:** Sabor amargo; **ACID:** Gosto ácido; **DOCE:** Gosto doce; **SCAU:** Sabor de cacau; **FRUT:** Sabor frutado; **ADST:** Adstringente; **SMAN:** Sabor amanteigado; **FIRM:** Firmeza; **DERR:** Derretimento.

Tabela 5. Valores de p de $F_{\text{repetição}}$ da análise de variância para cada provador, por atributo.

		Provadores/ REPETIÇÃO (P > 0,05)													
Parâmetros		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
APARÊNCIA	CMAR	0.3262*	0.5070*	0.6928*	0.6771*	0.7065*	0.5593*	0.0332	0.3752*	0.0510*	0.2648*	0.2636*	0.7315*	0.6604*	0.0814*
	BRIL	0.2682*	0.5662*	0.7902*	0.1841*	0.3339*	0.4655*	0.2537*	0.9143*	0.4830*	0.8946*	0.4293*	0.2381*	0.0362	0.6622*
AROMA	AACI	0.0538*	0.7065*	0.0585*	0.3619*	0.4067*	0.4284*	0.3757*	0.2162*	0.2858*	0.8037*	0.3285*	0.3628*	0.7427*	0.9760*
	ADOC	0.5609*	0.7411*	0.8697*	0.8837*	0.4333*	0.8039*	0.2869*	0.6292*	0.9364*	0.2512*	0.3755*	0.0552*	0.7039*	0.0989*
	ACAU	0.6321*	0.9686*	0.3331*	0.9434*	0.1095*	0.9373*	0.2246*	0.1290*	0.6431*	0.3816*	0.1433*	0.6532*	0.1866*	0.4967*
	ATOR	0.2351*	0.0751*	0.9303*	0.0085	0.6039*	0.3454*	0.5615*	0.1042*	0.8574*	0.7277*	0.3628*	0.1220*	0.2742*	0.7023*
	AFRU	0.6115*	0.0156	0.3727*	0.0668*	0.8214*	0.7118*	0.6094*	0.8415*	0.4615*	0.1858*	0.8453*	0.2441*	0.2925*	0.1940*
	AMAD	0.8811*	0.5629*	0.1109*	0.9269*	0.0862*	0.7549*	0.1149*	0.1908*	0.8111*	0.8158*	0.4611*	0.4348*	0.4877*	0.2830*
SABOR	AMAN	0.8461*	0.5994*	0.1749*	0.8966*	0.2704*	0.8871*	0.1919*	0.4649*	0.3373*	0.8900*	0.7098*	0.3713*	0.9962*	0.1715*
	AMAR	0.1546*	0.9185*	0.3037*	0.3125*	0.4300*	0.4856*	0.5296*	0.0867*	0.7317*	0.0760*	0.5413*	0.1704*	0.1800*	0.7546*
	ACID	0.4602*	0.7989*	0.7749*	0.8240*	0.0071	0.1749*	0.4899*	0.9075*	0.0399	0.6087*	0.9150*	0.0656*	0.5630*	0.7607*
	DOCE	0.1073*	0.6626*	0.3841*	0.6039*	0.2308*	0.6332*	0.8178*	0.0978*	0.1571*	0.0251	0.7250*	0.1670*	0.3934*	0.5490*
	SCAU	0.6771*	0.1852*	0.6039*	0.3519*	0.6786*	0.6950*	0.0652*	0.1716*	0.9086*	0.6954*	0.1830*	0.2899*	0.7141*	0.3098*
	FRUT	0.2008*	0.0626*	0.3998*	0.0445	0.0050	0.0332	0.7703*	0.9796*	0.3201*	0.5990*	0.7303*	0.3104*	0.2929*	0.6844*
	ADST	0.7550*	0.3274*	0.9453*	0.6821*	0.4424*	0.1310*	0.0663*	0.9793*	0.5699*	0.5436*	0.5634*	0.0590*	0.5860*	0.7510*
TEXTURA	SMAN	0.9771*	0.8038*	0.6512*	0.5384*	0.0873*	0.0001	0.1859*	0.4219*	0.2074*	0.8182*	0.6111*	0.0001	0.4103*	0.3497*
	FIRM	0.0805*	0.6191*	0.2699*	0.7018*	0.7070*	0.8384*	0.2728*	0.2691*	0.9279*	0.6074*	0.8207*	0.2551*	0.2746*	0.4041*
	DERR	0.7993*	0.9463*	0.8179*	0.0531*	0.4469*	0.5674*	0.5633*	0.3847*	0.1703*	0.1286*	0.2493*	0.4475*	0.4340*	0.8543*

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

CMAR: Cor Marron; **BRIL:** Brilho; **AACI:** Aroma ácido; **ADOC:** Aroma adocicado; **ACAU:** Aroma de cacau; **ATOR:** Aroma torrado; **AFRU:** Aroma frutado; **AMAD:** Aroma amadeirado; **AMAN:** Aroma amanteigado; **AMAR:** Sabor amargo; **ACID:** Gosto ácido; **DOCE:** Gosto doce; **SCAU:** Sabor de cacau; **FRUT:** Sabor frutado; **ADST:** Adstringente; **SMAN:** Sabor amanteigado; **FIRM:** Firmeza; **DERR:** Derretimento.

Os resultados médios atribuídos pelos provadores a cada descritor na ADQ® mostraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) nas características sensoriais das amostras de chocolate avaliadas (Tabela 6). O perfil de cada amostra de chocolate é mostrado graficamente na Figura 3, onde o valor médio atribuído pelos provadores a cada descritor é marcado no eixo correspondente. O centro da figura representa o ponto zero da escala utilizada na avaliação, enquanto a intensidade aumenta do centro para a extremidade. Dessa forma, o perfil sensorial se evidencia quando se faz a ligação dos pontos.

Tabela 6. Valores médios dos descritores sensoriais que caracterizam as amostras de chocolate com alto teor de cacau, obtidos por provadores treinados usando ADQ®.

Descritores	Pará/Parazinho	Ipiranga	CCN51	PS1319	DMS**
Cor marrom	6,94 ± 0,30 ^a	5,31 ± 0,20 ^b	6,96 ± 0,30 ^a	5,36 ± 0,20 ^b	0,16
Brilho	5,76 ± 0,40 ^a	5,71 ± 0,40 ^a	5,72 ± 0,30 ^a	5,82 ± 0,50 ^a	0,15
Aroma ácido	5,28 ± 0,50 ^a	2,95 ± 0,40 ^c	1,59 ± 0,40 ^d	3,28 ± 0,60 ^b	0,21
Aroma doce	1,16 ± 0,30 ^c	1,25 ± 0,30 ^c	3,06 ± 0,90 ^a	2,05 ± 0,40 ^b	0,17
Aroma de cacau	6,46 ± 0,40 ^a	4,67 ± 0,50 ^d	5,24 ± 0,50 ^c	5,74 ± 0,50 ^b	0,19
Aroma torrado	1,41 ± 0,40 ^a	0,72 ± 0,30 ^b	0,73 ± 0,30 ^b	1,37 ± 0,30 ^a	0,14
Aroma frutado	1,15 ± 0,50 ^c	4,37 ± 0,90 ^a	1,16 ± 0,40 ^c	3,43 ± 0,90 ^b	0,18
Aroma amadeirado	1,08 ± 0,70 ^b	1,07 ± 0,40 ^b	0,89 ± 0,50 ^c	2,82 ± 0,70 ^a	0,17
Aroma amanteigado	0,81 ± 0,50 ^d	1,05 ± 0,60 ^c	3,11 ± 0,80 ^a	1,79 ± 0,60 ^b	0,16
Gosto amargo	6,37 ± 0,70 ^a	4,75 ± 0,50 ^b	3,83 ± 0,90 ^c	4,72 ± 1,10 ^b	0,31
Gosto ácido	4,35 ± 0,70 ^a	3,93 ± 0,40 ^b	2,41 ± 0,90 ^c	4,60 ± 0,60 ^a	0,31
Gosto doce	1,82 ± 0,50 ^d	4,08 ± 0,50 ^b	5,08 ± 0,90 ^a	3,72 ± 0,90 ^c	0,27
Sabor de cacau	6,04 ± 0,60 ^a	5,18 ± 0,60 ^c	4,81 ± 0,50 ^d	5,48 ± 0,80 ^b	0,22
Sabor frutado	1,14 ± 0,50 ^d	4,85 ± 0,60 ^a	1,41 ± 0,60 ^c	2,99 ± 0,30 ^b	0,22
Adstringente	4,49 ± 0,70 ^a	1,59 ± 0,20 ^c	1,41 ± 0,40 ^c	1,99 ± 0,30 ^b	0,25
Sabor de manteiga	1,39 ± 0,90 ^c	1,16 ± 0,80 ^d	2,85 ± 0,70 ^a	2,10 ± 0,80 ^b	0,17
Firmeza	5,84 ± 0,60 ^c	6,29 ± 0,40 ^b	7,06 ± 0,30 ^a	5,50 ± 0,40 ^d	0,14
Derretimento	3,52 ± 0,30 ^b	5,43 ± 0,50 ^a	3,10 ± 0,50 ^c	5,30 ± 0,40 ^a	0,19

*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 ($p < 0,05$).

Observou-se que as amostras do tratamento Pará/Parazinho apresentaram maior intensidade para o atributo cor marrom, aroma ácido, de cacau e de torrado, assim como mostraram maior intensidade de gosto amargo, ácido, sabor de cacau e adstringência. Entretanto, as amostras do tratamento Ipiranga foram distintas das demais, devido ao aroma e sabor frutado mais intenso, e maior derretimento. As amostras do tratamento CCN51 apresentaram maior intensidade de aroma adocicado e notas de amanteigado, bem como, gosto doce e sabor amanteigado, e maior firmeza. As amostras do tratamento PS1319 se destacaram das demais devido ao aroma amadeirado distinto, e mostrou características similares ao tratamento Pará/Parazinho, como aroma torrado e gosto ácido

mais intenso. O atributo brilho pouco contribuiu para discriminar as amostras, não houve diferença significativa entre as amostras em estudo.

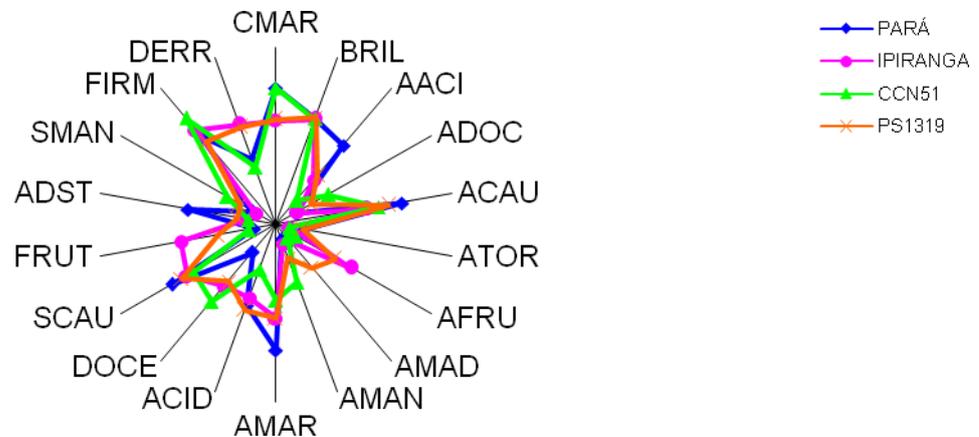


Figura 3. Perfil sensorial das amostras de chocolates com alto teor de cacau.

CMAR: Cor marron; BRIL: Brilho; AACI: Aroma ácido; ADOC: Aroma adocicado; ACAU: Aroma de cacau; ATOR: Aroma de torrado; AFRU: Aroma frutado; AMAD: Aroma amadeirado; AMAN: Aroma amanteigado; AMAR: Gosto amargo; ACID: Gosto ácido; DOCE: Gosto doce; SCAU: Sabor de cacau; FRUT: Sabor frutado; ADST: Adstringente; SMAN: Sabor amanteigado; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento

O gosto amargo do cacau é devido, principalmente, aos alcaloides presentes, mas não exclusivamente, assim moléculas como peptídeos, aminoácidos livres também contribuem para a percepção do amargor (STARK et al., 2006). Essa afirmação corrobora com as determinações químicas e com os resultados da avaliação sensorial, as quais revelaram que as amostras de chocolate proveniente do cultivar Pará/Parazinho contém maior teor de teobromina e foram descritas como mais amargas.

Reações entre polifenol, açúcar e aminoácidos contribuem com sabor e cor do cacau, assim como, a degradação de proteína do cotilédone em peptídeos e aminoácidos livres, o processo de torra e distribuição do tamanho das partículas. Os polifenóis, quando intactos, conferem uma coloração púrpura profunda aos cotilédones frescos do cultivar Forastero. Já as células lipídicas possuem citoplasmas fortemente compactados com múltiplos vacúolos de pequenas proteínas e lipídios e outros componentes como o amido, e todos desempenham papéis na definição das características de sabor e aroma de cacau (AFOAKWA; PATERSON, 2010; AFOAKWA et al., 2008). O chocolate produzido a partir do cultivar Ipiranga (com maior conteúdo de fenólicos totais), de fato, apresentou maior valor médio para sabor e aroma frutado, através da descrição do método ADQ®.

Na Figura 4 está representado o gráfico de ACP das amostras de chocolate com alto teor de cacau, onde os descritores são representados como vetores, os quais caracterizam as amostras que se localizam próximas a eles. As amostras são representadas por triângulos, sendo cada vértice o valor médio atribuído pela equipe sensorial, em cada repetição. No presente estudo, os dois componentes principais foram utilizados conjuntamente e explicaram 92,7 % da variabilidade total observada entre os chocolates.

A ACP confirmou os resultados da ANOVA (Tabela 6). Como pode ser observado, a variedade Pará/Parazinho foi caracterizado principalmente pelos atributos aroma ácido, de cacau e de torrado, assim como gosto amargo, sabor de cacau e adstringente. O tratamento Ipiranga foi caracterizado pelos atributos aroma e sabor frutado e derretimento. O tratamento CCN51 foi caracterizado pelos atributos cor marrom, aroma adocicado e gosto doce, e notas de aroma e sabor amanteigado, e firmeza. O tratamento PS1319 foi caracterizado pelo aroma amadeirado, além de gosto ácido.

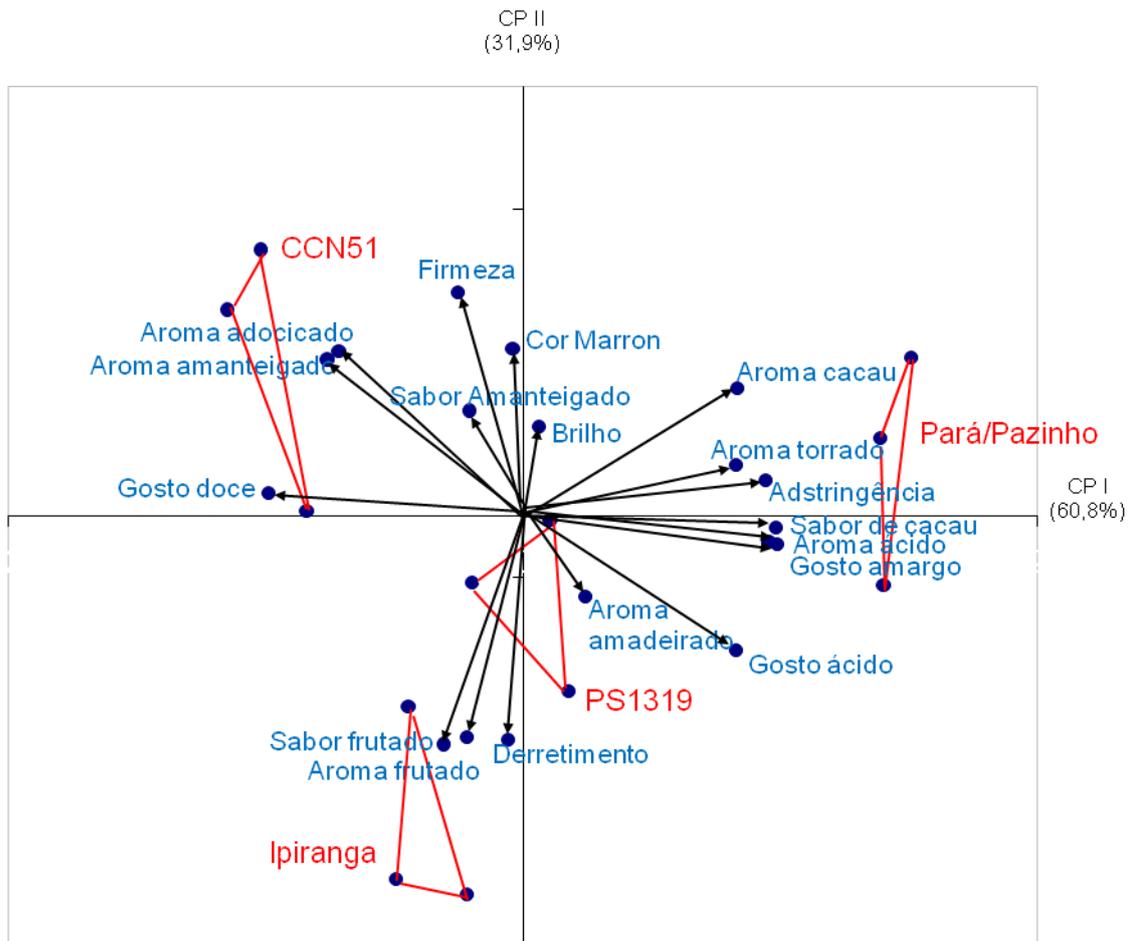


Figura 4. Análise de Componente Principal dos dados sensoriais das amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares de cacau.

Foi encontrado valor igual para o atributo aroma torrado para o chocolate proveniente do cultivar Ipiranga, no estudo realizado Leite et al. (2013) com o cultivar SR162. Já na análise descritiva realizada por Silva (2013) no estudo com chocolate proveniente da variedade CCN51, cultivada no município de Gandu, Bahia, foram encontrados valores médios maiores de intensidade, para os atributos gosto ácido (5,8), gosto amargo (5,9) e adstringência (4,4).

A Figura 5 mostra o gráfico PLS (*Partial Least Squares*) para os descritores da ADQ[®] das amostras de chocolate provenientes das quatro variedades de cacau em estudo, correlacionados com a aceitação global. Notou-se que maiores intensidades de aroma adocicado e amanteigado, gosto doce e firmeza contribuíram para a maior aceitação da amostra 3 (CCN51) pelos consumidores, que não diferiu significativamente

da amostra 2 (Ipiranga), e ficaram situadas mais próximas ao “linking”. Por outro lado, a amostra 1 (Para/Parazinho) obteve a menor aceitação entre os consumidores, provavelmente é devido a presença de maiores notas de aroma ácido e torrado, gosto amargo, ácido, adstringência, aroma e sabor mais intenso de cacau, que ficaram situados em posição oposta ao “linking”, pelo componente principal 1 (PC1) do gráfico, que pode estar correlacionado com o maior teor de metilxantinas deste cultivar, compostos responsáveis por amargor e adstringência (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011).

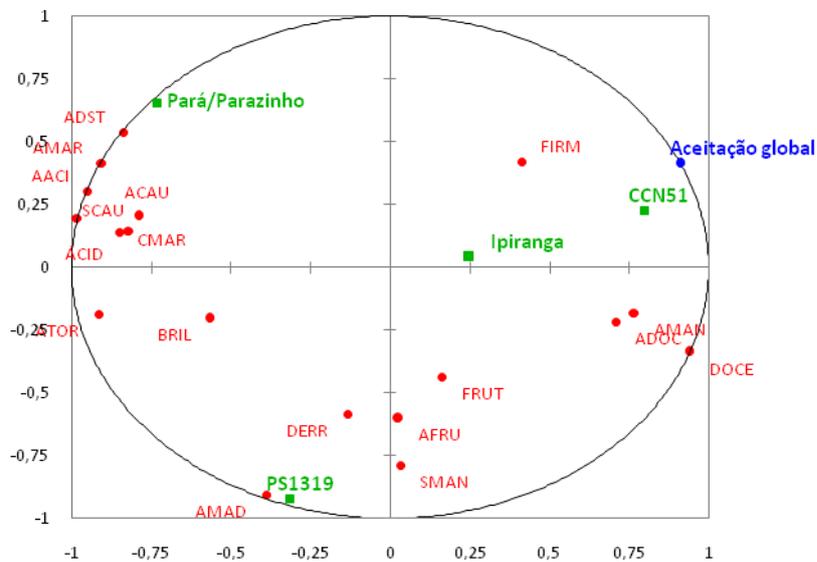


Figura 5: PLS para a Análise Descritiva Quantitativa das amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares de cacau.

CMAR: Cor marrom; BRIL: Brilho; AACI: Aroma ácido; ADOC: Aroma adocicado; ACAU: Aroma de cacau; ATOR: Aroma de torrado; AFRU: Aroma frutado; AMAD: Aroma amadeirado; AMAN: Aroma amanteigado; AMAR: Gosto amargo; ACID: Gosto ácido; DOCE: Gosto doce; SCAU: Sabor de cacau; FRUT: Sabor frutado; ADST: Adstringente; SMAN: Sabor amanteigado; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de correlação entre os dezoito descritores das amostras de chocolate provenientes das cultivares híbridas de cacau em estudo. Observou-se alta correlação positiva entre os descritores cor marrom e aroma de cacau (0,98) e aroma de torrado (0,90).

Houve alta correlação positiva entre aroma frutado e sabor frutado (0,97), sabor de cacau e amargor (0,93). Inversamente, houve alta correlação negativa entre gosto doce e gosto amargo (-0,97), sabor de cacau (-0,98), aroma ácido (-0,99), assim como adstringência (-0,95). Houve alta correlação negativa entre firmeza e derretimento (-0,94),

demonstrando que as amostras mais firmes apresentaram menor sensação de derretimento. Do mesmo modo, foi observada uma correlação inversamente proporcional nos resultados de da análise de textura (Tabela 3) em relação à dureza e fraturabilidade.

Tabela 7. Coeficientes de correlação dos descritores obtidos na ADQ[®] dos chocolates provenientes das quatro variedades de cacau em estudo.

	CMAR	BRIL	AACI	ADOC	ACAU	ATOR	AFRU	AMAD	AMAN	AMAR	ACID	DOCE	SCAU	FRUT	ADST	SMAN	FIRM	DERR
CMAR	1,00																	
BRIL	0,86	1,00																
AACI	0,77	0,41	1,00															
ADOC	-0,24	0,18	-0,80	1,00														
ACAU	0,98	0,85	0,75	-0,21	1,00													
ATOR	0,90	0,80	0,76	-0,36	0,88	1,00												
AFRU	-0,55	-0,52	-0,14	-0,38	-0,60	-0,19	1,00											
AMAD	0,28	0,53	0,08	0,03	0,21	0,57	0,40	1,00										
AMAN	-0,31	0,09	-0,83	0,99	-0,28	-0,43	-0,36	-0,03	1,00									
AMAR	0,72	0,33	0,96	-0,79	0,73	0,70	-0,19	-0,05	-0,81	1,00								
ACID	0,43	0,05	0,87	-0,96	0,39	0,54	0,29	0,11	-0,99	0,86	1,00							
DOCE	-0,80	-0,44	-0,99	0,75	-0,78	-0,76	0,21	-0,05	0,79	-0,97	-0,85	1,00						
SCAU	0,82	0,50	0,97	-0,72	0,79	0,81	-0,15	0,20	-0,76	0,93	0,83	-0,98	1,00					
FRUT	-0,68	-0,70	-0,21	-0,38	-0,72	-0,37	0,97	0,19	-0,34	-0,23	0,25	0,28	-0,26	1,00				
ADST	0,81	0,45	0,94	-0,62	0,82	0,67	-0,44	-0,15	-0,66	0,93	0,71	-0,95	0,90	-0,48	1,00			
SMAN	0,20	0,63	-0,32	0,61	0,16	0,33	-0,02	0,79	0,54	-0,41	-0,43	0,31	-0,18	-0,19	-0,38	1,00		
FIRM	0,17	0,32	-0,33	0,74	0,22	-0,17	-0,88	-0,41	0,74	-0,28	-0,70	0,26	-0,30	-0,83	-0,02	0,18	1,00	
DERR	-0,42	-0,43	0,02	-0,50	-0,47	-0,05	0,98	0,45	-0,48	-0,03	0,42	0,06	0,00	0,94	-0,30	-0,04	-0,94	1,00

CMAR: Cor marrom; BRIL: Brilho; AACI: Aroma ácido; ADOC: Aroma adocicado; ACAU: Aroma de cacau; ATOR: Aroma de torrado; AFRU: Aroma frutado; AMAD: Aroma amadeirado; AMAN: Aroma amanteigado; AMAR: Gosto amargo; ACID: Gosto ácido; DOCE: Gosto doce; SCAU: Sabor de cacau; FRUT: Sabor frutado; ADST: Adstringente; SMAN: Sabor amanteigado; FIRM: Firmeza; DERR: Derretimento.

3.3.2 Check All That Apply - CATA

A Tabela 8 expõe o valor médio de citações apresentadas pelos consumidores para o método CATA e o resultado do teste Q de Cochran, com diferenças significativas observadas para $p < 0,05$. O teste Q de Cochran (Tabela 8) mostrou diferenças entre as amostras para a maioria dos atributos, exceto para o aroma de cacau, aroma torrado, sabor de cacau, firmeza e derretimento, ressaltando a eficácia do consumidor no teste CATA, na identificação de diferenças sensoriais nos chocolates. Jaeger et al. (2018) trabalharam com uma lista de quinze termos descritivos e, relataram que listas mais longas de termos podem incentivar os consumidores a selecionar os termos mais relevantes que descrevem as características das amostras, o que pode melhorar a discriminação.

Tabela 8. Teste de Q de Cochran para os descritores sensoriais no método CATA, segundo cada amostra de chocolate.

Termos Descritivos	Valor médio de citação por Cultivar de Cacau			
	Pará/Parazinho	Ipiranga	CCN51	PS1319
Aroma Ácido	0,25 ^{ab}	0,27 ^{ab}	0,14 ^a	0,34 ^b
Aroma Adocicado	0,27 ^a	0,27 ^a	0,68 ^b	0,24 ^a
Aroma Cacau	0,74 ^a	0,75 ^a	0,72 ^a	0,71 ^a
Aroma Torrado	0,28 ^a	0,22 ^a	0,19 ^a	0,30 ^a
Aroma Frutado	0,13 ^a	0,57 ^b	0,15 ^a	0,11 ^a
Aroma Amadeirado	0,09 ^a	0,16 ^a	0,12 ^a	0,52 ^b
Aroma Amanteigado	0,11 ^a	0,03 ^a	0,53 ^b	0,12 ^a
Gosto amargo	0,84 ^b	0,68 ^{ab}	0,51 ^a	0,61 ^a
Gosto ácido	0,56 ^b	0,66 ^b	0,32 ^a	0,50 ^b
Gosto doce	0,22 ^a	0,20 ^a	0,59 ^b	0,25 ^a
Sabor de cacau	0,67 ^a	0,72 ^a	0,71 ^a	0,68 ^a
Sabor Frutado	0,14 ^a	0,63 ^b	0,17 ^a	0,16 ^a
Adstringência	0,54 ^c	0,29 ^{ab}	0,14 ^a	0,32 ^b
Sabor Amanteigado	0,14 ^a	0,09 ^a	0,58 ^b	0,15 ^a
Muito firme/duro	0,10 ^a	0,04 ^a	0,12 ^a	0,07 ^a
Macio/cremoso	0,23 ^{ab}	0,21 ^{ab}	0,35 ^b	0,19 ^a
Derrete rapidamente na boca	0,47 ^a	0,54 ^a	0,58 ^a	0,48 ^a

Médias com letra em comum, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Um mapa de Análise de Correspondência é mostrado na Figura 6. As amostras de chocolate se posicionaram em três quadrantes do mapa: a amostra CCN51 no quadrante superior direito e foi caracterizada pelos atributos sabor e aroma amanteigado, gosto doce, aroma adocicado e textura macia; a amostra Ipiranga ficou no quadrante superior esquerdo e apresentou aroma e sabor frutado e derretimento fácil; as amostras Pará/Parazinho e PS1319 posicionaram-se no quadrante inferior esquerdo e apresentaram as seguintes propriedades: aroma e sabor de cacau, aroma torrado, aroma e gosto ácido, gosto amargo e adstringente. Observou-se que os dois componentes explicaram 86,63 % da variabilidade entre as amostras, que foi satisfatória com os dois eixos (PC1 e PC2). Estes resultados do CATA mostraram semelhança com os resultados obtidos com a ADQ®.

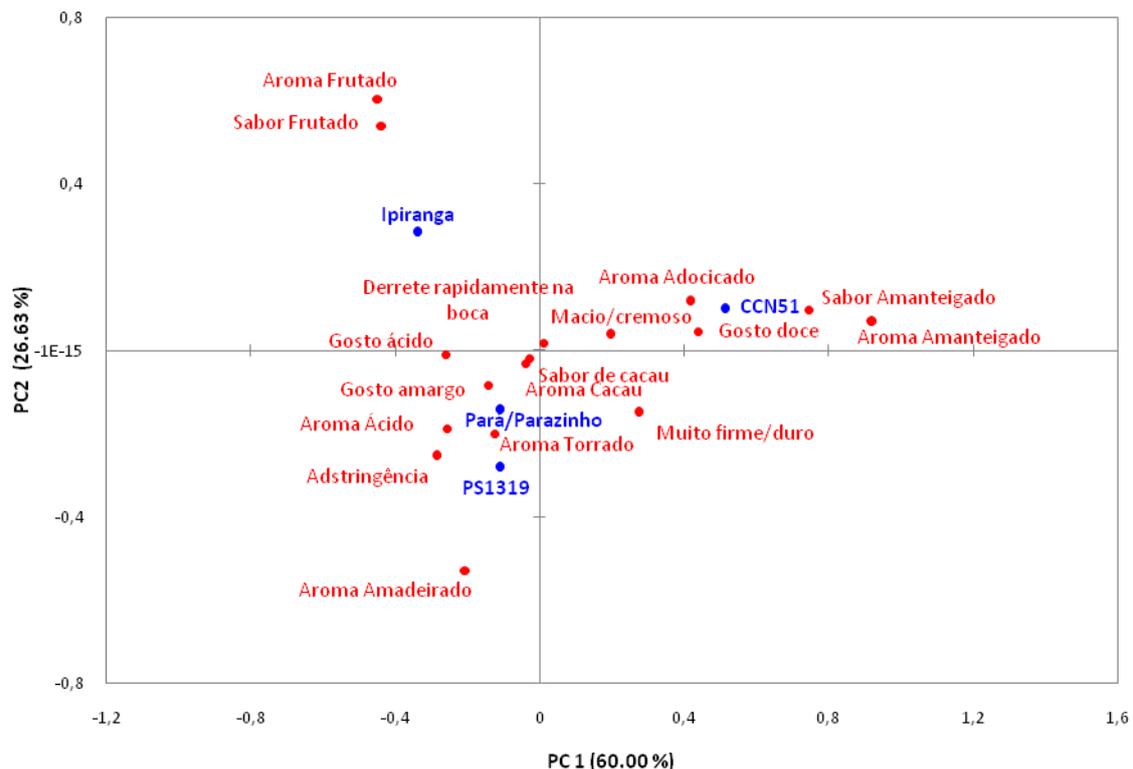


Figura 6. Representação gráfica dos resultados do CATA, nas duas primeiras dimensões da Análise de Componentes Principais.

3.3.3 Testes afetivos

Entre os consumidores que avaliaram as quatro amostras de chocolate com alto teor de cacau, 79 % apresentaram idade entre 21 e 30 anos, correspondendo a um público 80 % feminino. Ainda, 89 % dos consumidores alegaram que, já consumiram chocolate com alto teor de cacau, o que pode ter influenciado positivamente nos testes

afetivos. Contudo, apenas 6 % dos consumidores disseram que consomem chocolate com alto teor de cacau, pelo menos uma vez na semana.

Entre os motivos que levam os consumidores a consumir o chocolate com alto teor de cacau, foi indicado como prioridade o menor teor de açúcar, seguido dos benefícios para a saúde, e 18 % revelaram conhecer a ação antioxidante de chocolates com alto teor de cacau. Essa informação confirma o que Konar et al. (2016) relataram, sobre o aumento da conscientização do consumidor ao considerar os benefícios dos alimentos na sua escolha.

A Tabela 9 mostra os resultados do teste de aceitação das quatro amostras de chocolate com alto teor de cacau. Estes resultados revelaram que, de modo geral, houve aceitação de todos os chocolates junto aos consumidores, e os tratamentos estudados não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao atributo aroma. Quanto à aparência, os tratamentos Pará/Parazinho, Ipiranga e CCN51 não apresentaram diferença significativa entre si, mas diferiram do tratamento PS1319, mesmo assim este tratamento atingiu valores médios correspondentes ao termo hedônico “gostei muito”.

Tabela 9. Resultados médios ($n = 100$) obtidos no teste de aceitação por consumidores, para as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares de cacau.

Atributos	Pará/Parazinho	Ipiranga	CCN51	PS1319
Aparência	8,26 ^a ± 0,88	8,21 ^a ± 0,89	8,23 ^a ± 0,84	7,99 ^b ± 1,04
Aroma	7,51 ^a ± 1,34	7,41 ^a ± 1,30	7,16 ^a ± 1,56	7,13 ^a ± 1,53
Sabor	5,76 ^c ± 2,08	6,41 ^b ± 2,19	7,16 ^a ± 1,58	5,50 ^c ± 2,19
Textura	7,47 ^{ba} ± 1,30	7,59 ^a ± 1,11	7,52 ^{ba} ± 1,42	7,16 ^b ± 1,62
Qualidade global	6,45 ^b ± 1,91	7,09 ^a ± 1,74	7,53 ^a ± 1,36	6,21 ^b ± 2,03

Médias com letra em comum, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$)

A amostra CCN51 apresentou a maior média de aceitação (correspondente a “gostei moderadamente”) para o sabor, diferindo significativamente das demais amostras ($p < 0,05$). No estudo realizado por Silva (2013), os chocolates provenientes dos cultivares CCN51 e PS1319 obtiveram valor médio de aceitação do sabor igual a 6,0 e 5,0, respectivamente, sendo próxima a esse estudo. Tal aceitação pode estar relacionada ao gosto doce característico do cultivar CCN51, revelado através do teste ADQ (Análise Descritiva Quantitativa). Em seguida, o tratamento Ipiranga atingiu boa aceitação pelos consumidores (correspondente a “gostei ligeiramente”) e, diferiu significativamente dos

tratamentos Pará/Parazinho e PS1319, que alcançaram médias correspondentes ao termo hedônico “nem gostei/nem desgostei”.

Em relação ao atributo textura, o tratamento Ipiranga (macio/maior derretimento) se destacou, e diferiu significativamente do tratamento PS1319, que apresentou menor média de aceitação pelos consumidores, possivelmente, devido à textura menos firme desta amostra. Quanto à qualidade global, os tratamentos mais aceitos foram CCN51 e Ipiranga (médias correspondentes a “gostei moderadamente”), provavelmente devido ao seu melhor sabor e textura, não houve diferença significativa entre eles. Entretanto, diferiram dos tratamentos Pará/Parazinho e PS1319 (médias correspondentes a “gostei ligeiramente”).

A Figura 7 apresenta o mapa de preferência interno para os resultados do teste de aceitação por consumidores das amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes das quatro cultivares em estudo, permitindo visualizar a preferência de cada consumidor com relação à amostra de chocolate. No gráfico, os pontos na cor vermelha representam os cem consumidores, os quais ficam localizados próximos à região das amostras de sua preferência identificadas pelas numerações 1, 2, 3 e 4 (Pará/Parazinho, Ipiranga, CCN51 e PS1319, respectivamente). Observou-se que a aceitação dos provadores ficou voltada para a região das amostras das cultivares CCN51 e Ipiranga, evidenciando a preferência por esses chocolates, que apresentaram características especiais como sabor e aroma adocicados, aroma amanteigado, e aroma e sabor frutado, respectivamente. Podem indicar a potencialidade dessas cultivares híbridas para a produção de chocolates finos. Por outro lado, o chocolate de menor aceitação foi produzido pelo cultivar Pará/Parazinho, seguido do cultivar PS1319, apresentando uma menor preferência entre os consumidores no mapa de preferência, que apresentaram maiores intensidades para os atributos de aroma e sabor ácido, aroma torrado, além de gosto amargo e sabor adstringente que foram corroborados pelas análises químicas.

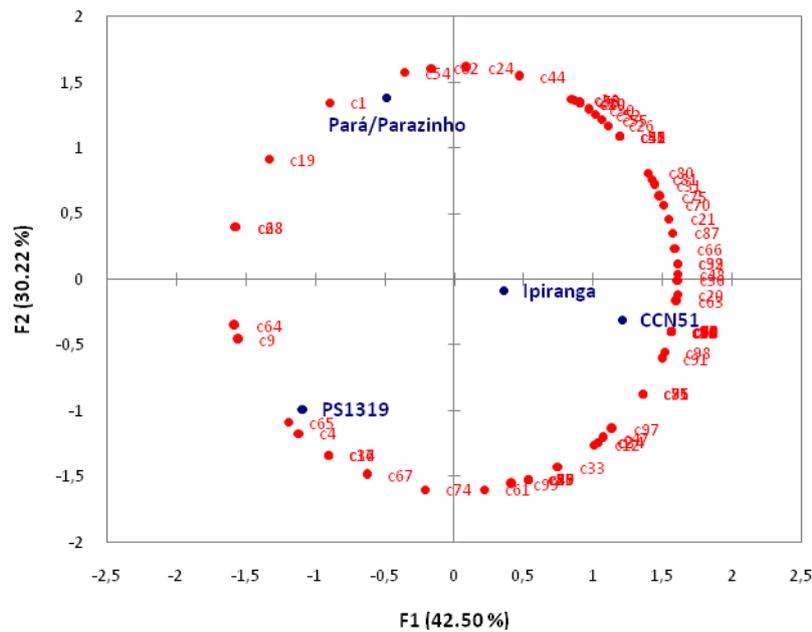


Figura 7. Mapa de preferência interno para o teste de aceitação por consumidor, em relação às amostras de chocolate com alto teor de cacau, provenientes de diferentes cultivares.

A Figura 8 apresenta o histograma do teste da escala do ideal (*Just Right Scale*). Nota-se que, os chocolates produzidos a partir dos cultivares CCN51 e Ipiranga foram avaliados com maior frequência como doçura, amargor e acidez ideais, o que corrobora com os resultados do teste de aceitação, no qual ambas as amostras apresentaram maiores valores médios no atributo sabor, que se refletiu na qualidade global. Inversamente, o tratamento Pará/Parazinho recebeu maior frequência para amargor e acidez mais intensos que o ideal, o que pode ser justificado pelo maior conteúdo de teobromina nessa amostra, e resultou na sua menor aceitação.

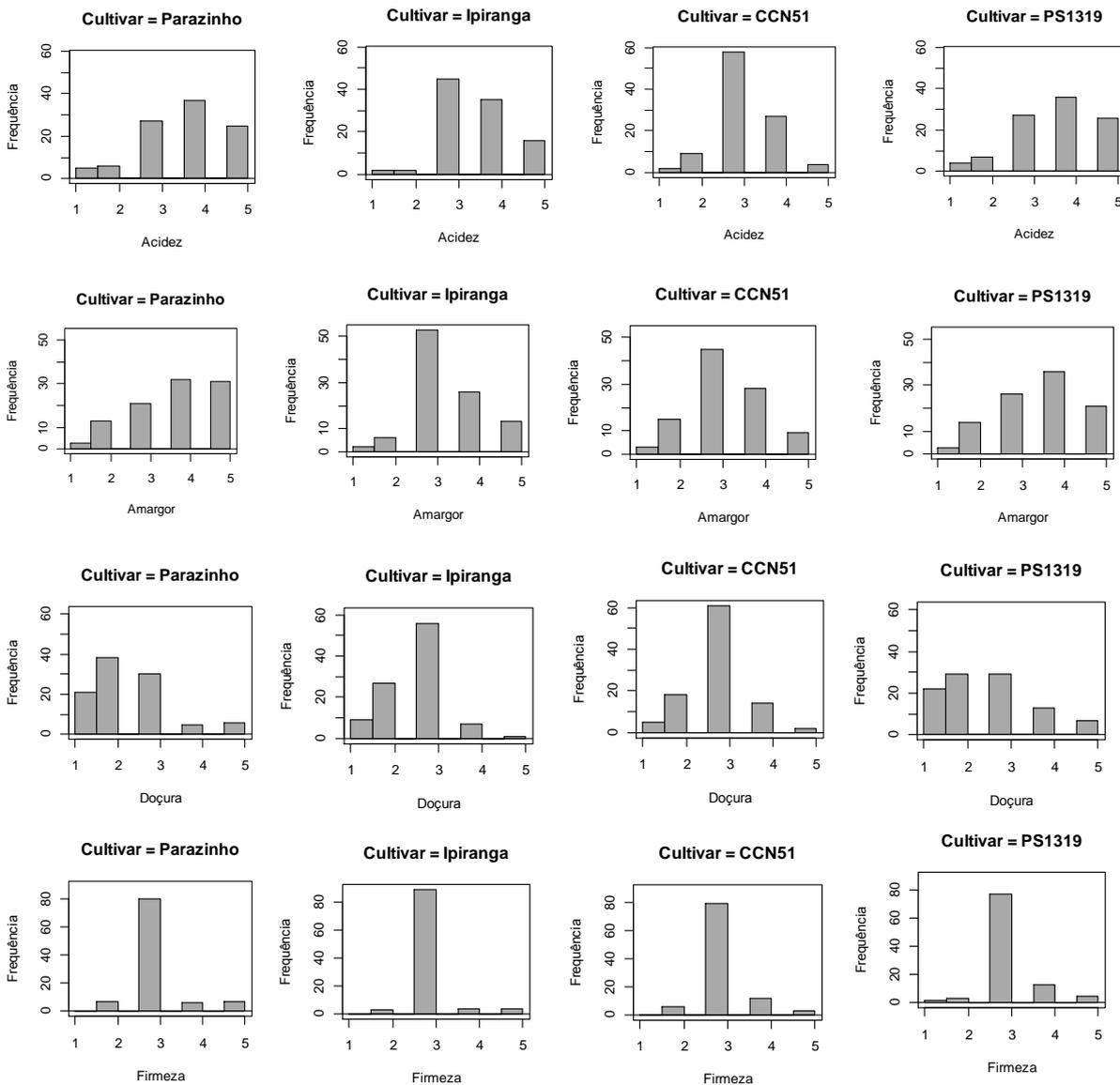


Figura 8. Histograma do teste “*Just Right Scale*” (teste da escala do ideal) realizado com 100 consumidores, com as amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares.

1=extremamente menos ácido/amargo/doce/firme que o ideal; 2=ligeiramente menos ácido/amargo/doce/firme que o ideal; 3=ideal; 4=ligeiramente mais ácido/amargo/doce/firme que o ideal; 5=extremamente mais ácido/amargo/doce/firme que o ideal.

A Figura 9 mostra a estimativa de densidade das respostas do teste de intenção de compra, referente às amostras de chocolate com alto teor de cacau das quatro variedades. Estes resultados revelaram que, a atitude de compra dos consumidores foi bastante satisfatória para os tratamentos CCN51 e Ipiranga, que atingiram maior frequência (88 %) de notas nas categorias 4 (provavelmente compraria) e 5 (certamente compraria), o que demonstra sua melhor aceitação entre os consumidores.

A variedade Pará/Parazinho recebeu maior frequência (88 %) de notas na categoria 1 (certamente não compraria), que está condizente com o resultado do teste de aceitação, pois apresentou menores valores médios para os atributos sabor e qualidade global. O chocolate do cultivar PS1319 recebeu maior frequência na categoria 2 (provavelmente não compraria), demonstrando também a baixa aceitação. Ambas as avaliações podem estar relacionadas ao resultado de gosto amargo e ácido mais intenso que o ideal.

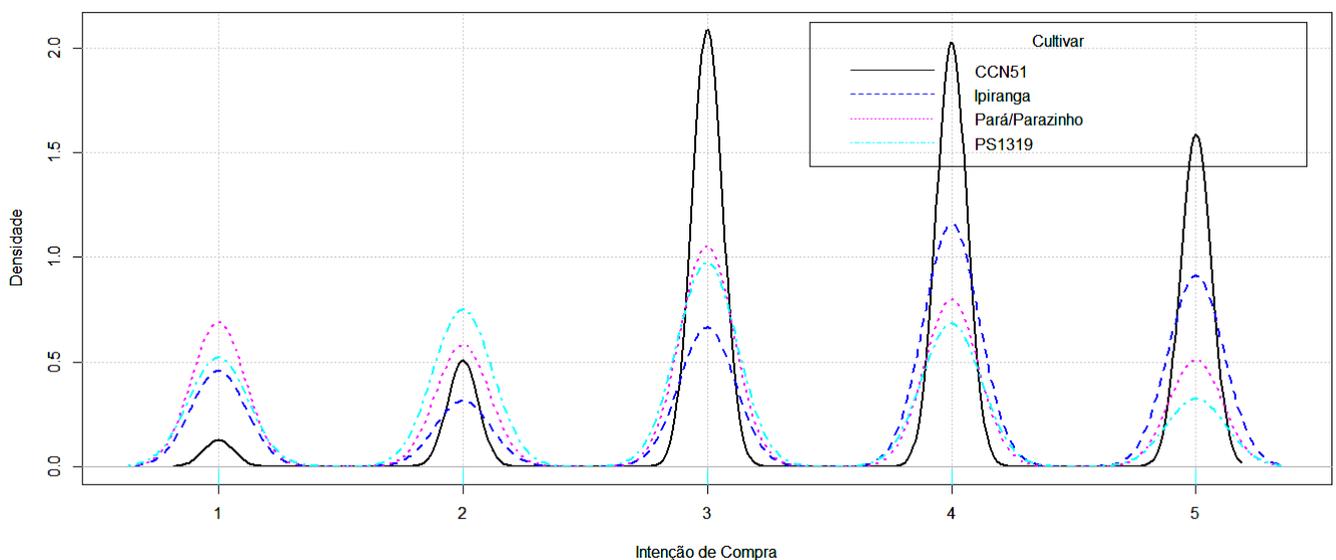


Figura 9. Densidade do teste de intenção de compra por consumidores (n=100) das amostras de chocolate com alto teor de cacau provenientes de diferentes cultivares. 1=certamente não compraria; 2=provavelmente não compraria; 3=talvez comprasse/talvez não comprasse; 4=provavelmente compraria; 5= certamente compraria.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos revelam que as cultivares de cacau CCN51 e Ipiranga têm potencial para a produção de chocolates finos, as quais produziram chocolates com características especiais (aroma adocicado e gosto doce, notas de aroma e sabor amanteigado; aroma e sabor frutados, respectivamente) e apresentaram maior preferência entre os consumidores. A cultivar Ipiranga, ainda, ressalta a importância da pesquisa de cacau na Bahia e a maior valorização do fruto, visto que se trata de uma cultivar não registrada e obtida por produtores da região.

Em relação à cultivar Pará/Parazinho, esta cultivar produziu chocolates com maior intensidade de amargor e adstringência, corroborado com as análises químicas (maior

conteúdo de metilxantinas), e obtiveram menor aceitação entre os consumidores. Do mesmo modo, a cultivar PS1319 produziu chocolate com menor aceitação entre os consumidores, e foi caracterizado por maior intensidade de acidez.

O teste CATA revelou ser suficiente como metodologia de análise de chocolates, assim como o teste ADQ[®], mas com a vantagem de não haver a necessidade de treinamento.

5 EXPECTATIVAS

Os investimentos no cultivo de cacau no Brasil, em especial na região Sul da Bahia, têm apresentado resultados positivos, que colaboram para o reconhecimento desses cultivares como cacau fino. A formação de um banco de dados com informações de progenitores, composição química e perfil sensorial, a partir de estudos realizados com cultivares brasileiros, pode ser uma ferramenta de auxílio para o produtor, como também, pode contribuir para a identificação de cultivares com potencial para a produção de chocolate fino.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado Bahia (FAPESB) pelo financiamento do projeto, a CAPES pela bolsa de mestrado, assim como pela parceria da empresa que processou as amostras de chocolates produzidos com híbridos de cacau. Os agradecimentos, também, às instituições de ensino UFBA e UNEB e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da UFBA, pelo apoio e oportunidade. Agradecimentos aos provadores que participaram deste projeto.

REFERÊNCIAS

ASTM. American society for testing and materials. **Sensory evaluation of materials and products**, New York. 77 p., 1976.

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**. John Wiley & Sons, 2016.

AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A. Cocoa fermentation: Chocolate flavour quality. **Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food**. Taylor & Francis Publishing Inc. Oxford, UK, p. 457-468, 2010.

ALEXANDRE, R. et al. Caracterização de Frutos de Clones de Cacaueiro na Região Litorânea de São Matheus, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p. 785-790, 2015.

ARES, G. et al. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 135-141, 2014.

ARES, G. et al. Relationship Between Involvement and Functional Milk Desserts Intention to Purchase. Influence on Attitude Towards Packaging Characteristics. **Appetite**, v. 55, n. 2, p. 298-304, 2010.

BATISTA, N. N. et al. Antioxidant capacity of cocoa beans and chocolate assessed by FTIR. **Food Research International**, v. 90, p. 313-319, 2016.

BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**, 4^a ed, p. 1-688, 2009.

BEG, M. et al. Status, supply chain and processing of Cocoa-A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, p. 108-116, 2017.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. da. Sensory profile of brazilian varietal White wines by quantitative descriptive analysis. **Food Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 60-67, 2000.

BORCHERS, A. T. et al. Cocoa and chocolate: composition, bioavailability, and health implications. **Journal of Medicinal Food**, v. 3, n. 2, p. 77-105, 2000.

BRUZZONE, F. et al. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 183-193, 2015.

CADENA, R. S. et al. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: sensory profiling and external preference mapping. **Journal Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 4842-4850, 2012.

CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

CLAPPERTON, J. F. et al. Efeitos do material de plantio no sabor. **Boletim do Grower de cacau**, v. 48, p. 47-63, 1994.

COHEN, K. de O.; JACKIX, M. D. N. H. Estudo do liquor de cupuaçu. **Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em periodic indexado (ALICE)**, 2005.

CRAFACK, M. et al. Impact of starter cultures and fermentation techniques on the volatile aroma and sensory profile of chocolate. **Food Research International**, v. 63, p. 306-316, 2014.

EFRAIM, P. et al. Teores de compostos fenólicos de sementes de cacaueiro de diferentes genótipos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 229-236, 2006.

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, n.3, p.181-201, 2011.

EFRAIM, P. et al. Características da manteiga de cacau e dos chocolates obtidos a partir de variedades de cacau cultivadas na Bahia, Brasil. **Food Research Technology**, v. 237, p. 419-428, 2013.

ELEWICZ, D. et al. The influence of the roasting process conditions on the polyphenol content in cocoa beans, nibs and chocolates. **Food Research International**, v. 89, p. 918-929, 2016.

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.

GEANKOPLIS, Christie John. **Transport Processes and Separation Process Principles**. Editora G & S Typesetters, Inc, 4ª edição, 2004.

GLICERINA, V. et al. Rheological, textural and calorimetric modifications of dark chocolate during process. **Journal of Food Engineering**, v. 119, n. 1, p. 173-179, 2013.

GRASSI, D. et al. Cocoa Reduces Blood Pressure and Insulin Resistance and Improves Endothelium-Dependent Vasodilation in Hypertensives. **Hypertension**, v. 46, n. 2, 2005.

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

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

INSTITUTO ADOLFO, L. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 1, 1985.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Banco de Dados Geodésicos**. Disponível em: <<http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>> Acesso em: 23 Jul 2018.

International Cocoa Germplasm Database- ICGD. **Informações para a Comunidade de Pesquisa de Cacau**. Disponível em: <<http://www.icgd.rdg.ac.uk/search.php>> Acesso em: 11 Set 2018

International Cocoa Organization- ICCO. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v. 44, n. 2, 2018

JAEGER, S. R. et al. Number of terms to use in temporal check-all-that-apply studies (TCATA and TCATA Fading) for sensory product characterization by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 64, p. 154-159, 2018.

KONAR, N. et al. Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics. **Trends in Food Science & Technology**, v. 49, p. 35-44, 2016.

- LEATHERS, R. R.; SCRAGG, A. H. The effect of different temperatures on the growth, lipid content and fatty acid composition of *Theobroma cacao* cell suspension cultures. **Plants science**, v. 62, n. 2, p. 217-227, 1989.
- LEITE, P. B.; BISPO, E. da S.; SANTANA, L. R. R. de. Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 594-602, 2013.
- LOPES, U. V. et al. Criação de cacau na Bahia, Brasil: Estratégias e resultados. Raça de Colheita. **Appl. Biotechnology**, v. 11, p. 73-81, 2011.
- MACIEL, L. F., FELÍCIO, A. L. S. M., HIROOKA, E. Y. Bioactive compounds by UPLC-PDA in different cocoa variedades (*Theobroma Cacao* L.) developed in the southern region of Bahia, Brazil. **British Food Journal**, v. 119, n. 9, p. 2117-2127, 2017.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 448 p.
- MELO, L. L. M. M. de; BOLINI, H. M. A.; EFRAIM, P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 2, p. 138-143, 2009.
- MORAIS, E. C. et al. Prebiotic gluten-free bread: Sensory profiling and drivers of liking. **Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 248-254, 2014.
- MORAIS, J. M. F. et al. Sensory profile and consumer acceptability of prebiotic white chocolate with sucrose substitutes and the addition of goji berry (*Lyciumbarbarum*). **Journal of food science**, v. 82, n. 3, p. 818-824, 2017.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods-Marketing and R&DA pproaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605p.
- MUCCI, A.; HOUGH, G.; ZILIANI, C. Factors that influence purchase intent and perceptions of genetically modified food among Argentine consumers. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 6, p. 559-567, 2004.
- MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food research international**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.
- NIEMENAK, N. et al. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6, p. 612-619, 2006.
- OFORI, A. et al. Genetic variation for vigour and yield of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in Ghana. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 287-293, 2016.
- OLIVEIRA, M. B. dos S. et al. **Avaliação da capacidade antioxidante e perfil químico de extratos da fibra da casca do coco (*Cocos nucifera* L. *Palmae*)**. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia)–Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

- OMENA, C. M. B. F. et al. Reflexos da Utilização de Farelo de Coco sobre o Valor Nutricional do Filé de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis Niloticus Linnaeus*). **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 674-679, 2010.
- OZUREK, M.; GUÇULU, K.; APAK, R. The Main and Modified CUPRAC Methods of Antioxidant Measurement. **Trend in Analytical Chemistry**, v. 30, n. 4, p. 664-665, 2011
- PADILHA, V. M. et al. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthu ssonchifolius*). **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 735-740, 2010.
- PFLANZER, S. B. et al. Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Food Science and Technology**, v. 30, n.2, p.391-398,2010.
- PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.
- RAMOS, C.L. et al. Impacto de diferentes inoculações de cacau (*Theobroma cacao* L.) e *S. cerevisiae* UFLA CA11 em comunidades microbianas e compostos voláteis de fermentação de cacau . **Food Research International**, v. 64, p. 908-918, 2014.
- ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.
- ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food chemistry**, v. 92, n. 2, p. 235-254, 2005.
- SANTOS, G. B. M.; SANTOS, P. B. M.; SANTOS, A. M. **Cacau fino: conceitos e evolução no Brasil**. CEPLAC, 2016.
- SILVA, A. R. de A. et al. **Caracterização de amêndoas e chocolate de diferentes variedades de cacau visando a melhoria da qualidade tecnológica**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- SIRÓ, I. et al. Functional Food. Product Development, Marketing and Consumer Acceptance - A Review. **Appetite**. v. 51, n.3, p. 456-467, 2008.
- STARK, T.; BAREUTHER, S.; HOFMANN, T. Molecular definition of the taste of roasted cocoa nibs (*Theobroma cacao*) by means of quantitative studies and sensory experiments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 15, p. 5530-5539, 2006.
- STONE, H. et al. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Descriptive Sensory Analysis in Practice**, p. 23-34, 2004.
- TEIXEIRA, L. N., STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. de. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revistas Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

TODOROVIC, V. et al. Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 137-143, 2015.

TOKEDE, A. O; GAZIANO, J. M; DJOUSSE, L. Effects of cocoa products/dark chocolate on serum lipids: a meta-analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, n. 8, p.879-886, 2011.

TOKER, O. S. et al. Formulation of dark chocolate as a carrier to deliver eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids: Effects on product quality. **Food Chemistry**, v. 254, p. 224-231, 2018.

VINSON, J. A. et al. Chocolate is a powerful ex vivo and in vivo antioxidant, an anti-atherosclerotic agent in an animal model, and significant contributor to antioxidants in European and American diets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n. 21, p. 8071-6, 2006.

YOKOZAWA, T. et al. Study on the inhibitory effect of tannins and flavonoids against the 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. **Biochemical pharmacology**, v. 56, n. 2, p. 213-222, 1998.