



**UNIVERSIDADE DE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

RENATO MEIRELES DOS SANTOS

**ESTUDO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS AMÊNDOAS DE
CACAU (*Theobroma cacao L.*) PRODUZIDAS NO ESTADO DO PARÁ**

**BELÉM
2021**

RENATO MEIRELES DOS SANTOS

**ESTUDO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS AMÊNDOAS DE
CACAU (*Theobroma cacao L.*) PRODUZIDAS NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação IV apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Consuelo Lúcia Sousa de Lima

Coorientador: Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva de Souza.

BELÉM
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M479e Meireles dos Santos, Renato.
ESTUDO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS
AMÊNDOAS DE CACAU (*Theobroma cacao* L.)
PRODUZIDAS NO ESTADO DO PARÁ. / Renato Meireles
dos Santos. — 2022.
88 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Consuelo Lucia Sousa de
Lima
Coorientador(a): Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva
de Souza
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belém, 2022.

1. *Theobroma cacao* L.. 2. Análise Sensorial. 3.
Estado do Pará . 4. Análise Descritiva Quantitativa. I.
Título.

CDD 664.07

RENATO MEIRELES DOS SANTOS

**ESTUDO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS AMÊNDOAS DE
CACAU (*Theobroma cacao L.*) PRODUZIDAS NO ESTADO DO PARÁ**

DATA DE AVALIAÇÃO: 11/ 02/2022.

CONCEITO: _____.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



Consuelo Lucia Sousa de Lima

Data: 20/07/2023 15:16:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Drª. Consuelo Lúcia Sousa de Lima
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Orientadora)

Documento assinado digitalmente



JESUS NAZARENO SILVA DE SOUZA

Data: 31/07/2023 08:49:25-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva de Souza
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Coorientador)

Documento assinado digitalmente



Lucia de Fatima Henriques Lourenco

Data: 07/08/2023 12:13:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Drª. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço
(PPGCTA/ITEC/UFPA - Membro Interno)

Documento assinado digitalmente



FABIO GOMES MOURA

Data: 31/07/2023 09:03:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Gomes Moura
(FBIOTEC/ICB/UFPA – Membro Externo)

Dedico este trabalho aos meus pais, Raimunda Meireles e José Santos, que sempre me proporcionaram muito amor, carinho e conhecimentos de vida valiosos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me mantido perseverante em todos os momentos que me trouxeram até a conclusão de mais esta etapa na minha formação acadêmica e profissional. Aos meus pais, Raimunda Meireles e José Santos, pelo amor incondicional, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem na busca dos meus objetivos. Aos meus irmãos, Rodrigo, Ricardo e Ronildo por compartilharem a vida comigo e pelo apoio.

A professora Consuelo e ao professor Jesus por terem me dado essa oportunidade, pela confiança e por terem me orientado nesse trabalho através do compartilhamento de seus conhecimentos, muito obrigado.

Aos amigos que fiz na instituição durante essa caminhada em especial a Equipe Cacau: Ana Luíza Magalhães, Bruno Cunha, Juliana Letícia, Laila Moreira, Luan Nazareno, Mariele Trindade, Nayara Penelva, Niara Maria, Renato Mourão, Samara Emanuella e Tayane Vasconcelos, que contribuíram de maneira incansável na realização dessa pesquisa.

As minhas amigas de graduação Sabrina Baleixo e Joice Silva que também trilham essa caminhada acadêmica e compartilhamos saberes. A Natácia Silva por todo o apoio prestado.

A banca avaliadora, professora Lúcia Lourenço e o professor Fabio Gomes por todas as considerações e contribuições nessa pesquisa.

À Universidade Federal do Pará (UFPA) ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) ao Centro de Valorização de Compostos Bioativos da Amazônia (CVACBA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

RESUMO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) possui sementes que após beneficiamento tornam-se uma *commodity* agrícola valiosa no mundo, no Brasil, o estado do Pará é o principal produtor respondendo por mais de 53% da produção nacional. Apesar do Pará ser o maior produtor, não são encontrados na literatura estudos contendo dados a respeito da qualidade sensorial das amêndoas, agregando valor e identidade em função das características de sua origem. Desta forma o objetivo do presente estudo é estabelecer o perfil sensorial de amêndoas (*nibs*) das principais mesorregiões produtoras de cacau no Estado do Pará (Baixo Tocantins, Nordeste, Oeste, Sudeste e Transamazônica). Foi aplicado questionário com produtores para as práticas de fermentação e secagem, seguido de avaliação física, físico-químicas e compostos bioativos. O perfil sensorial foi estabelecido a partir da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), além de utilizar teste afetivo para verificar a preferência dos consumidores pelos chocolates produzidos. Na avaliação física, as amostras apresentaram padrão comercial aceitável, porém, com margem para melhoria em relação a fermentação das sementes. Dentre os parâmetros físico-químicos (umidade, pH, acidez e atividade de água), a umidade está dentro do estabelecido pela legislação, as amostras apresentaram diferenças apenas em pH e acidez. As amêndoas das mesorregiões apresentaram perfil sensorial bastante semelhante, foi possível observar algumas diferenças em determinados termos descritores. Foi verificado que os parâmetros de pós-colheita e/ou processamento não teve influência nos atributos de qualidade das amêndoas de cacau.

PALAVRAS-CHAVE: *Theobroma cacao* L., Estado do Pará, Análise Sensorial, Análise Descritiva Quantitativa.

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) has seeds that after processing become a valuable agricultural commodity in the world, in Brazil, the state of Pará is the main producer, accounting for more than 53% of national production. Although Pará is the largest producer, studies containing data on the sensory quality of almonds are not found in the literature, adding value and identity due to the characteristics of their origin. Thus, the aim of this study is to establish the sensory profile of almonds (nibs) from the main cocoa producing regions in the State of Pará (Lower Tocantins, Northeast, West, Southeast and Transamazônica). A questionnaire was applied to producers for fermentation and drying practices, followed by physical, physicochemical and bioactive compounds evaluation. The sensory profile was established from the Quantitative Descriptive Analysis (QDA), in addition to using an affective test to verify consumer preference for the chocolates produced. In the physical evaluation, the samples showed an acceptable commercial standard, however, with room for improvement in relation to seed fermentation. Among the physicochemical parameters (humidity, pH, acidity and water activity), moisture is within the established by legislation, the samples showed differences only in pH and acidity. The almonds from the Amazon mesoregions presented a very similar sensorial profile, it was possible to observe some differences in certain descriptors terms. It was verified that the post-harvest and/or processing parameters had no influence on the quality attributes of the cocoa beans.

KEYWORDS: *Theobroma cacao* L., State of Pará, Sensory Analysis, Quantitative Descriptive Analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
CAPITULO I- REVISÃO DE LITERATURA	17
1 REVISÃO DE LITERATURA	18
1.1 O CACAU	18
1.2 BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES DE CACAU	19
1.2.1 Colheita e abertura dos frutos	19
1.2.2 Fermentação	20
1.2.3 Secagem.....	21
1.3 PROCESSAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CHOCOLATE.....	22
1.3.1 Torrefação	22
1.3.2 Limpeza e fragmentação das amêndoas.....	24
1.3.3 Moagem e Refino.....	24
1.3.4 Conchagem	24
1.3.5 Temperagem	25
1.4 CULTURA CACAUEIRA NO ESTADO DO PARÁ.....	26
1.5 MERCADO DAS AMÊNDOAS DE CACAU	27
1.6 MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE CACAU	28
1.6.1 Teste de corte	29
1.6.2 Análise sensorial.....	29
1.6.2.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	30
1.6.2.2 Teste de aceitação	32
REFERÊNCIAS	34
CAPITULO II- SENSORY PROFILE OF THE AMAZONIAN COCA BEANS (THEOBROMA CACAO L.) CULTIVATED IN DIFFERENT REGIONS OF THE STATE OF PARÁ.	42
1 INTRODUÇÃO.....	45
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47

2.1 MATÉRIA-PRIMA	47
2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS AMÊNDOAS	47
2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS NIBS TRITURADOS	48
2.3.1 Umidade	48
2.3.2 Acidez Titulável	48
2.3.3 pH	48
2.3.4 Atividade de água (aW)	48
2.4 OBTENÇÃO DO EXTRATO BRUTO	48
2.5 DETERMINAÇÃO DE POLIFENÓIS TOTAIS.....	48
2.6 DETERMINAÇÃO DE PROANTOCIANIDINAS	49
2.7 DETERMINAÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA	49
2.8 TORREFAÇÃO DAS AMÊNDOAS	49
2.9 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ).....	49
2.9.1 Recrutamento de candidatos e pré-seleção de provadores.....	50
2.9.2 Levantamento dos termos descritivos.	51
2.9.3 Treinamento de provadores.....	53
2.9.4 Avaliação das amostras - ADQ.....	53
2.10 PRODUÇÃO DO CHOCOLATE	53
2.11 TESTE DE ACEITAÇÃO	54
2.12 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.1 FERMENTAÇÃO, SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS AMÊNDOAS DE CACAU.....	55
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS AMÊNDOAS DE CACAU	56
3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E ADSTRINGÊNCIA.....	60
3.4 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ).....	61
3.4.1 Seleção da equipe final.....	61
3.4.2 Perfil sensorial.....	61
3.5 TESTE DE ACEITAÇÃO	68
3.6 PERFIL DAS AMÊNDOAS DE CACAU AMAZÔNICO	69
4 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	72

APÊNDICES	76
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES	76
APÊNDICE B – FICHA DE ADQ	80
APÊNDICE C – DESEMPENHO DOS PROVADORES - ADQ	81
ANEXOS	83
ANEXO A - QUESTIONÁRIO DAS AMOSTRAS DE AMÊNDOAS DE CACAU – 2019	83
ANEXO B – FICHA DO TESTE DE CORTE	85
ANEXO C - RECONHECIMENTO DE GOSTOS BÁSICOS	87
ANEXO D - TESTE DE RECONHECIMENTO DE AROMAS	88
ANEXO E – TESTE DE INTENSIDADE	89
ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	90
ANEXO G– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO – TCLE	91
ANEXO H – TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL	93

1 INTRODUÇÃO

O cacauieiro (*Theobroma cacao L.*) é uma planta pertencente à família Malvaceae nativa das florestas das Américas do Sul e Central. O grande interesse em cultivar esta espécie relaciona-se às suas sementes que, ao serem beneficiadas, tornam-se amêndoas de cacau, uma importante *commodity* agrícola mundial, principalmente por ser a principal matéria-prima utilizada para a produção de chocolates (HASHIMOTO, 2015; HENRIQUES, 2017).

A qualidade das amêndoas de cacau envolve critérios complexos baseados na legislação nacional (Brasil, 2008) e internacional ISO 2451 (ISO, 2014), as quais levam em consideração atributos extrínsecos e intrínsecos. Entretanto, quanto as particularidades sensoriais, determinadas pelo *flavor*, estão relacionadas a um conjunto de fatores genotípicos, edafoclimáticos e práticas no pré-processamento (fazenda) e processamento (indústria). A relação de todos estes fatores garante ao produto final um padrão de identidade própria as amêndoas e aos chocolates (SANTANA et al., 2020).

O mercado internacional de cacau valoriza amêndoas de qualidade para a produção, principalmente, de chocolates. No entanto, não existem critérios mundiais padronizados que permitam avaliar a qualidade do cacau em tipo fino ou comum e, portanto, cada país estabelece seus próprios critérios de qualidade (BATISTA, 2018).

No Estado do Pará, a cacauicultura é explorada por pequenos e médios agricultores, distribuídos em cinco mesorregiões produtoras (Baixo Tocantins, Nordeste, Sudeste, Oeste e Transamazônica). Em 2018, o Estado se tornou o maior produtor nacional de cacau com tendência a maior crescimento devido à alta demanda por amêndoas e a expansão da produção de sementes híbridas associadas a milhões de hectares disponíveis (CEPLAC, 2019). Frente a este contexto econômico, o Pará apresenta importante participação e potencial de crescimento na cacauicultura amazônica e, por estas razões, são necessários estudos acerca da qualidade das amêndoas paraenses e seus atributos sensoriais.

Levando em consideração a extensão do estado do Pará, torna-se importante a obtenção de informações sensoriais a respeito das amêndoas das regiões produtoras. Além disto, cacauieiros nativos, consorcio com outras culturas e particularidades regionais, podem influenciar sensorialmente nas amêndoas de cacau (DIOMANDE et al., 2015; CAMBRAI et al., 2017).

Descrever as características sensoriais de um produto é uma prática comum na indústria de alimentos e bebidas, para a tomada de decisões de negócios, guiando o desenvolvimento de produtos que satisfaçam os anseios do mercado consumidor.

Os produtos derivados do cacau estão associados a propriedades antioxidantes, que têm impacto benéfico na saúde humana o que leva a alta no consumo, além da experiência sensorial única que o chocolate cria está relacionada com o perfil de fusão na boca, bem como com odores e sabores específicos (propriedades aromáticas), muitos métodos de avaliação sensorial em produtos de cacau são utilizadas, no entanto, Análise descritiva quantitativa (ADQ), Check-all-that-apply (CATA) e Dominância temporal de sensações (TDS) são os principais métodos descritivos utilizados.

Neste sentido, a análise sensorial é um eficiente método de avaliação entre produtos na área de alimentos e entre as técnicas, tem-se a análise descritiva quantitativa (ADQ), que fornece informações qualitativas e quantitativas de produtos. Além disso, permite o desenvolvimento do perfil sensorial, baseadas na percepção de um grupo de indivíduos qualificados, considerando-se todas as sensações que são percebidas visuais, olfativas, gustativas, tácteis e auditivas (STONE e SIDEL, 1993; MEILGAARD, CARR; CIVILLE, 1999).

Assim, há necessidade de realizar a avaliação sensorial desta matéria-prima, para poder diferenciá-la de acordo com sua qualidade, agregando valor e identidade, concedendo-lhe um diferencial de mercado em função das características de sua origem. A obtenção de parâmetros sensoriais das amêndoas paraenses, são quesitos primordiais para garantir a qualidade deste produto no mercado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer o perfil sensorial de amêndoas (*nibs*) de cacau no Estado do Pará e das cinco principais mesorregiões produtoras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o perfil sensorial das amêndoas de cacau, por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ);
- Determinar a aceitação pelos consumidores;
- Avaliar as características físicas, físico-químicas e químicas das amêndoas e comparar com as análises sensoriais

CAPITULO I- REVISÃO DE LITERATURA

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 O CACAU

O cacau é o fruto obtido do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) planta que foi inicialmente classificado na família *Sterculiaceae*, no entanto, estudos filogenéticos propuseram a modificação quanto a sua classe, incluindo-a na família *Malvaceae*, gênero *Theobroma*, espécie que cresce tanto nas terras baixas, dentro dos bosques escuros e úmidos sob a proteção de grandes árvores, como em florestas menores e relativamente menos úmidas, possui vasta importância econômica no Brasil e no mundo, devido ser a única que gera sementes utilizadas na produção de chocolate (CEPLAC, 2015).

O fruto tem forma oval com 15 a 25 cm de comprimento, o que pode variar dependendo da variedade do cacau, em geral quando eles amadurecem a maioria das vagens mudam de cor, geralmente de verde ou vermelho para amarelo ou laranja. No interior encontram-se sementes que são compostas de dois cotilédones e um pequeno gérmen ou embrião recobertos por uma película denominada testa (casca), revestida por uma polpa branca com tons rosados, mucilaginosa e adocicada (BECKETT, 2009; ALEXANDRE et al., 2015).

As variedades inicialmente reconhecidas do cacau foram: *Criolo*, *Forasteiro* e *Trinitário*. Atualmente têm-se alguns outros grupos de cacau: *Amelonado*, *Contamana*, *Curaray*, *Guiana*, *Iquitos*, *Maranon*, *Nacional*, *Nanay* e *Purus*, no entanto os mais utilizados na produção de chocolate são das variedades de *Forasteiro* devido ser amplamente cultivado correspondendo 80% da produção mundial. O *Criolo* e *Trinitário* são conhecidos por produzirem amêndoas de ótima qualidade que conferem características particulares de aroma e sabor nos chocolates obtidos, correspondem 5% e 15% da produção mundial, respectivamente. Os três grupos apresentam distinções quanto ao formato, produtividade e susceptibilidade à doenças, além de características que tornam necessária a adoção de diferentes parâmetros para o processamento (BECKETT, 2009; CRUZ, 2012; MOTAMAYOR et al., 2008).

Segundo a International Cocoa Organization (ICCO, 2019), o Brasil está entre os sete maiores produtores de cacau no mundo. Já o estado do Pará em 2018 alcançou a posição de maior produtor de cacau em grão do país. Em 2020 o Pará produziu em torno de 145 mil toneladas de amêndoas, respondendo por mais de 53% da produção nacional, à frente da Bahia, segunda colocada (IBGE, 2021).

O cacau tem um potencial intrínseco de qualidade que depende de vários parâmetros, como: variedade, idade da planta, composição química do solo, tratamentos pós-colheita e processo industrial (KONGOR et al., 2016).

Independentemente do tipo de cacau utilizado na produção do chocolate, a qualidade das amêndoas é indispensável na obtenção de um produto que agrade os consumidores. Os aspectos qualitativos incluem aromas desejáveis, ausência de *off-flavours* (odores desagradáveis) e outras propriedades físicas, esses aspectos podem ser alcançados com os processos adequados de fermentação, secagem e das condições de torrefação, bem como a variedade genética da amêndoa (EFRAIM et al., 2010; LANZA; MAZZAGLIA; PAGLIARINI, 2011).

1.2 BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES DE CACAU

Os grãos de cacau são uma importante *commodity*, ou seja, é uma mercadoria produzida por diferentes produtores e comercializada a nível mundial e cujos preços são definidos pelo mercado internacional. No entanto, antes que os grãos do cacau possam ser comercializados e processados em produtos industriais finais, eles devem passar pelas etapas de processamento pós-colheita. As etapas pós-colheita incluem a abertura da vagem e a remoção dos grãos do cacau, que posteriormente serão fermentados e secos e são realizadas nas fazendas produtoras dos frutos (KUMARI et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2021; TOLEDO-HERNÁNDEZ et al., 2021).

1.2.1 Colheita e abertura dos frutos

A colheita é realizada de forma manual com machete, facão ou outras ferramentas apropriadas para a retirada do fruto dos troncos e galhos sem danificar os botões florais ou a planta. Para frutos localizados em ramos superiores são utilizadas facas fixadas em compridas varas para que o fruto seja alcançado, os frutos colhidos são os que apresentam o estado de maturação adequado, com coloração próxima ao amarelo ou alaranjado, visando a garantia de quantidades adequadas de açúcares e de outras substâncias necessárias para uma boa fermentação, para que sejam obtidas amêndoas com características de qualidade adequadas ao produto final (BECKETT, 2009).

Após a colheita os frutos são amontoados até ocorrer a quebra que deverá ser realizada em até dois dias após a colheita, esse período é necessário para que haja a concentração de açúcares na polpa. Na quebra os frutos são abertos e as sementes são retiradas. O período

entre a quebra e o início da fermentação não deve ser superior a 24 horas para que não ocorram reações químicas indesejáveis (HENRIQUES, 2017).

1.2.2 Fermentação

Após a quebra e separação da casca, as sementes de cacau envoltas por uma polpa mucilaginosa são submetidas à fermentação. As sementes são geralmente fermentadas em caixas de madeira, durante 2-7 dias, dependendo da variedade e das condições do cacau. A fermentação também pode ser realizada em montes ou em cestos, os locais de fermentação variam de acordo com a região. Esta etapa é fundamental para obter amêndoas de boa qualidade, pois nesta fase de beneficiamento iniciam-se importantes transformações físicas, bioquímicas e estruturais que contribuem significativamente para o desenvolvimento de sabor, aroma e cor do chocolate e derivados (EFRAIM, 2009; HII; LAW; CLOKE, 2009).

No processo de fermentação do cacau, a ação dos micro-organismos ocorre na polpa ao redor das sementes, que é rica em glicose, frutose e sacarose (teor total de 10 a 15%). A fermentação do cacau é um processo microbiológico espontâneo; iniciados pelas leveduras, devido ao alto teor de açúcares, ao baixo pH e à disponibilidade limitada de oxigênio na polpa, seguida pela ação das bactérias do ácido láctico, essas espécies declinam depois das 48 horas de fermentação e são substituídas por bactérias do ácido acético, porém outras bactérias e fungos podem agir no processo fermentativo (GARCIA-ARMISEN et al., 2010, LIMA et al., 2011; PEREIRA et al., 2013).

A fermentação acontece em duas etapas, na primeira sob anaerobiose durante as primeiras 48 horas, as leveduras e bactérias presentes provocam a hidrólise dos açúcares presentes na polpa, produzindo etanol e lactato, após as primeiras 48 horas quando a maior parte da polpa é degradada pelas leveduras pectinolíticas ocasionando a drenagem do líquido preso no interior das sementes, aumentando a aeração e favorecendo o estabelecimento de oxigênio e conseqüentemente de bactérias acéticas iniciando a segunda etapa (EFRAIM, 2009; OZTURK; YOUNG, 2017).

A produção de ácido acético a partir da oxidação do etanol pelas bactérias acéticas produz dióxido de carbono e calor, aumentando a temperatura da massa, que pode chegar a valores próximos a 50°C, o ácido acético e o calor penetram a semente e causam a morte do germen (SCHWAN; WHEALS, 2004; ROTTIERS et al., 2019a). Conseqüentemente, a atividade enzimática endógena é desencadeada após a quebra das paredes e membranas celulares da então amêndoa, promovendo a formação de precursores do sabor do chocolate. As reações bioquímicas endógenas resultam no início da oxidação de polifenóis,

principalmente pela polifenoloxidase, aminoácidos gerados complexam-se com quinonas formando a cor marrom típica do cacau e reduzindo a adstringência e o amargor (OWUSU; PETERSEN; HEIMDAL, 2012; EVINA et al., 2016).

Precusores de aroma como aminoácidos livres e monossacarídeos são produtos resultantes da série de reações que ocorrem durante a fermentação. Compostos voláteis, incluindo acetato de isopropil, acetato de etila, 1-propanol, álcool isoamílico, 2,3-butanodiol, succinato de dietila e feniletanol também são produzidos por micro-organismos (principalmente leveduras) durante a fermentação do cacau e contribuem para a formação do sabor que são os precusores, onde a partir desses precusores são formados na torrefação durante reação de *Maillard* diversos compostos de sabor característico de produtos obtidos do cacau (HUANG; BARRINGER, 2010; RODRIGUEZ-CAMPOS et al., 2011).

1.2.3 Secagem

Com o processo fermentativo concluído, inicia-se imediatamente a etapa de secagem a fim de reduzir a umidade das amêndoas de cacau de 40 - 60% à 6 - 8%, o que impede a proliferação de micro-organismos e garante maior estabilidade durante o armazenamento (BRASIL, 2008), nesta etapa, se inicia reações bioquímicas desejáveis como as oxidativas que contribuem, juntamente com as reações de polimerização, para induzir a formação de novos compostos implicados na redução das notas sensoriais negativas (DI MATTIA et al., 2013).

A secagem das amêndoas de cacau pode ser realizada de maneira natural, ao sol ou artificialmente em secadores e estufas. A natural é uma operação simples e muito utilizada, apresenta a vantagem de ser progressiva e gratuita em energia, mas possui o inconveniente de ser demorada e exigir grande mão de obra, particularmente quando é efetuada na estação chuvosa, algo que é muito comum. Esta etapa geralmente é realizada em barcaças (espécies de bandeja de madeira fixas com teto móvel) ou bações (bandejas móveis com teto fixo). Quando a colheita coincide com um período chuvoso, ou quando o espaço disponível nas barcaças não é suficiente para comportar o volume da produção, a secagem é realizada em secadores especiais, através do calor da combustão da madeira ou outro combustível, ou ainda através de coletores solares, se bem conduzida, essa secagem propicia excelentes resultados, mas pode gerar defeitos (PONTILLON, 2009)

Um dos defeitos principais observados nas amêndoas de cacau ao entrar em contato com gases de combustão é o aparecimento do gosto de fumaça no produto. Outro problema é se a secagem for realizada de forma muito brusca, pois haverá o ressecamento externo da amêndoa ocasionando, a perda da permeabilidade devido ao fechamento dos poros e a

umidade interna tem dificuldade de sair, logo, o ácido acético não é bem eliminado, o que gera uma amêndoa de sabor ácido, afetando diretamente a qualidade sensorial do produto. O mesmo fenômeno pode ocorrer na secagem natural se os raios de sol forem muito intensos (PONTILLON, 2009; EFRAIM et al., 2010; HII et al., 2010).

Além da eliminação da água durante a secagem, reações que tiveram início na fermentação tem continuidade com a ação das enzimas no interior das amêndoas, que irão promover a formação de compostos voláteis responsáveis pelo aroma, sabor e a cor característicos como pirróis, piridinas e furanos. A temperatura da secagem é importante na qualidade final das amêndoas. O ideal está na faixa de 35 a 40 °C, porque é ótima para as enzimas. O uso de temperaturas mais baixas ou mais altas leva à perda na qualidade, pois as enzimas agem mais lentamente ou são degradadas. O período ótimo para que ocorra a secagem é de 4 a 5 dias (ZIEGLEDER, 2009; EFRAIM et al., 2010).

Após a secagem, as amêndoas são classificadas manualmente, embaladas e armazenadas por meses, as condições nem sempre são as mais adequadas, sujeitando as amêndoas à contaminação por vetores, poeira e manipulação do trabalhador (NASCIMENTO et al., 2013).

Quando as amêndoas secas são acondicionadas em sacos permeáveis, elas podem ganhar ou perder umidade durante o armazenamento ou transporte, dependendo das condições psicrométricas do ar circundante. A taxa na qual o vapor de água do ar é adsorvido depende principalmente de fatores como a umidade da amêndoa, temperatura, umidade relativa do ar externo e tempo. A atividade da água regula o crescimento de fungos deteriorantes que podem afetar a qualidade tanto química quanto sensorial. Portanto, é importante o armazenamento adequado em sacas impermeáveis e em locais secos e arejados e sem o risco de vetores (BARREIRO; SANDOVAL, 2020)

1.3 PROCESSAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CHOCOLATE

1.3.1 Torrefação

A torrefação é uma operação tecnológica muito importante no processamento das amêndoas de cacau que ocorre já nas indústrias processadoras de chocolate, sendo um tratamento térmico fundamental no desenvolvimento do sabor das amêndoas formados a partir dos precursores durante fermentação e secagem (KRYSIAK; ADAMSKI; ŻYŻELEWICZ, 2013).

A reação química induzida por torrefação mais importante na mudança da composição das amêndoas de cacau é a de Maillard. A reação não enzimática é iniciada por interações entre grupos carbonila (principalmente de açúcares redutores) e os grupos amino nucleofílicos de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, resultando na condensação açúcar-amina e rearranjo nos produtos amadori. Os estágios subsequentes envolvem desidratação e fragmentação do açúcar, degradação de aminoácidos e muitas outras etapas de fragmentação, levando à formação simultânea de compostos altamente reativos de baixo peso molecular, como compostos α -dicarbonil, α -hidroxicarbonil, furfurais, e aldeídos de Strecker (VAN DURME; INGELS; DE WINNE, 2016; LUND; RAY, 2017; ORACZ; NEBESNY, 2019).

Estes precursores-chave de compostos de sabor durante a torrefação interagem e desenvolvem compostos heterocíclicos voláteis. A formação destes compostos heterocíclicos não é totalmente compreendida e levam à formação de pirazinas, que são aromáticos que aumentam de concentração gradualmente com o decorrer da torrefação, sendo que a diminuição do teor de algumas delas nas amêndoas de cacau é coincidente com o início da sobretorrefação, devido possivelmente a uma volatilização, dado ao aumento de temperatura (AFOAKWA et al., 2008).

O sabor do chocolate é o resultante de uma mistura complexa de cerca de 400-500 compostos combinados, incluindo pirazinas, aldeídos, éteres, tiazóis, fenóis, cetonas, alcoóis, furanos e ésteres (RIBEIRO, 2014). No entanto de acordo com Sukha et al. (2013), os principais compostos responsáveis pela formação desses aromas de cacau e chocolate são atribuídos a 2,3,5,6-tetrametilpirazina (TMP) e 2,3,5-trimetilpirazina (TrMP), que formam as chamadas notas básicas. Além das pirazinas, os aldeídos também contribuem para o aroma do chocolate, ocasionando a redução do amargor, acidez e adstringência (DIAB et al., 2014).

Muitos estudos vêm sendo realizados em torno da formação destes compostos responsáveis pelo sabor e aroma típico do chocolate, que incluem notas de frutas (frescas e maduras), notas florais, de ervas, madeira, nozes e caramelo. Monoterpenos como linalol também fazem parte dos compostos responsáveis pelo aroma (FRAUENDORFER, SCHIEBERLE, 2008; SUKHA et al., 2013).

A torrefação de maneira geral cumpre os objetivos de remover compostos aromáticos indesejados, principalmente ácido acético produzido na fermentação e a formação de compostos aromáticos característicos do chocolate, bem como a diminuição da atividade de água presente nas amêndoas (ZZAMAN et al., 2017).

Para que sejam submetidas à torrefação, as amêndoas devem passar por um processo de limpeza, que tem por finalidade remover materiais estranhos como: poeira, areia, madeira, pedras, vidros e polpa de cacau, que podem produzir sabores desagradáveis. Durante a etapa de limpeza também ocorre a classificação quanto ao tamanho das amêndoas ou *nibs* para que a torrefação seja mais uniforme. De acordo com estudos a torrefação é realizada em tempos que variam de 5 a 120 min e com temperaturas entre 120°C a 150°C, a realização em temperaturas superiores pode resultar em amêndoas “super torradas”, e adquirir sabor amargo e/ou queimado (FARAH et al., 2012).

1.3.2 Limpeza e fragmentação das amêndoas

A limpeza deve ser feita no início do processo de fabricação do chocolate, pois os sacos das amêndoas de cacau podem conter areia, pedras, metal, detritos vegetativos e muito mais. Essas impurezas devem ser eliminadas porque algumas delas são rígidas e podem quebrar o equipamento de moagem e os detritos queimados durante a torrefação podem emitir gases que podem prejudicar o sabor do chocolate assim como pode haver a contaminação do produto (GUTIÉRREZ, 2017).

Após o processo de limpeza das amêndoas, ocorre a etapa de fragmentação removendo as cascas das amêndoas, e o procedimento pode ser realizado antes ou depois da torrefação.

1.3.3 Moagem e Refino

Antes da moagem a amêndoa encontra-se em pedaços pequenos, então o objetivo da moagem é produzir uma baixa viscosidade e adequado sabor de chocolate ao produto. A partir da moagem do “nibs” é possível formar o liquor de cacau. A viscosidade do liquor está relacionada com o grau de torração e à umidade do “nibs” e o tamanho real das partículas resultantes da moagem geralmente depende do tipo de chocolate e do mercado para o qual será vendido, onde a maioria das partículas deve ser menor do que 40µm (BECKETT, 2009).

O refino do chocolate é importante para a redução do tamanho das partículas de açúcar e do pó de cacau, o que tem impacto na qualidade tornando-os imperceptíveis na boca durante a degustação do chocolate. O tamanho das partículas não deve ser superior a 25µm, evitando areosidade durante a degustação, e não deve ser menor que 20µm, pois quando as partículas são menores que esse valor pode causar um aumento na viscosidade e no limite de escoamento do chocolate (ENGESETH, PANGAN, 2018).

1.3.4 Conchagem

Embora as etapas de fermentação, secagem e torrefação consigam atuar no desenvolvimento dos precursores de aroma de chocolate, ainda assim continuam existindo compostos químicos indesejáveis presentes, que podem dar origem a sabores ácidos e

adstringentes. Um dos objetivos da conchagem é a remoção de alguns compostos voláteis indesejáveis, bem como a formação de condições para o desenvolvimento de certos agentes aromatizantes desejáveis (TOKER et al., 2019).

Durante esta etapa o chocolate é agitado de forma contínua e por muito tempo, aproximadamente 8 horas, ocorrendo assim diversas transformações físicas e químicas. A conchagem é uma etapa importante no processo de produção do chocolate para a formação do sabor e aroma finais, ajuste dos parâmetros reológicos e texturização adequada da massa de chocolate. Geralmente, esse processo ocorre em duas etapas: conchagem seca, que reduz a umidade e melhora a reologia, e conchagem úmida, quando a lecitina é adicionada (BECKETT, 2009; TOKER et al., 2019).

A conchagem é apontada como o último processo relacionado ao desenvolvimento do sabor e, portanto, a última oportunidade para um fabricante obter o sabor desejado do chocolate. É uma etapa de mistura que envolve a redução da umidade, volatilização dos ácidos voláteis e aldeídos, o desenvolvimento da textura uniforme e a mudança da cor devido à emulsificação e oxidação de taninos. A volatilização reduz o amargor e desenvolve o sabor do chocolate. As partículas sólidas, tais como o açúcar e o pó de cacau, são revestidas com gordura, dissociadas pelo atrito tornam-se arredondadas (BECKETT, 2009; BECKETT et al., 2017).

1.3.5 Temperagem

Por causa da natureza polimórfica da manteiga de cacau, o chocolate deve ser pré-cristalizado ou temperado antes das etapas de moldagem ou de recobrimento. A temperagem garante que a manteiga de cacau cristalize na forma estável. No processo, os parâmetros utilizados são a agitação, o tempo e a temperatura de cristalização. O método mais utilizado realiza fusão completa pelo aquecimento até ao ponto de cristalização (BECKETT, 2009).

As condições ideais para ocorrência do processo de temperagem para o chocolate baseia-se na temperatura, sendo que o processo é iniciado com a fusão completa da fase gordurosa do chocolate em 45-50°C. Posteriormente realiza-se um resfriamento controlado (28-29°C), induzindo dessa forma a cristalização da gordura. Como ainda existem cristais instáveis, se faz necessário o aquecimento a 30-32°C realizando o derretimento destes. Por fim, um resfriamento é conduzido com uma taxa próxima a 2,0°C/min até 18°C, e assim formando uma massa brilhante, estável e homogênea (LUCCAS, 2001).

1.4 CULTURA CACAUEIRA NO ESTADO DO PARÁ

A cultura do cacau no Estado se expandiu a partir do acordo de colaboração técnica, celebrado com o Departamento de Pesquisas Agropecuárias do Ministério da Agricultura, em 1965 e CEPLAC. Neste mesmo ano deu início os trabalhos da CEPLAC na Amazônia, com a implantação da pesquisa e experimentação cacaueira, desenvolvidas nas dependências do IPEAN, em Belém, no mesmo ano foi realizada a primeira de uma série de expedições botânicas à bacia amazônica, para coleta e seleção de cacaueiros nativos de interesse para o programa de melhoramento genético das plantações nacionais de cacau, para obter variedades mais resistentes à ameaças que pudessem acometer a sanidade da plantação (CEPLAC, 1979).

Grandes avanços foram obtidos no desenvolvimento de híbridos mais produtivos e tolerantes à vassoura-de-bruxa, podridão parda e, ainda, a ameaças iminentes como a monília (*Moniliophthora roreri*) o que propiciou a expansão da área cultivada no Estado do Pará (CEPLAC, 2016).

A cacauicultura desempenha um papel importante para o agronegócio paraense, uma vez que é um produto amplamente comercializado, responsável pela fonte de renda de milhares de agricultores no Pará, assim como em outras regiões que cultivam essa planta, apesar das incertezas causadas pela instabilidade de preços, já que se trata de uma *commodity*. O cacaueiro é uma cultura predominantemente de pequenos agricultores, pois mais de 80% da produção provém de pequenas propriedades (SOUZA; DIAS; AGUILAR, 2016).

No Estado do Pará a cacauicultura apresenta cinco mesorregiões produtoras que são: Baixo Tocantins, Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Baixo Amazonas, A Tabela 1 apresenta os 12 municípios com as maiores produções de Cacau no estado no ano de 2019 (IBGE, 2021)

Tabela 1 - Participação dos municípios com as 12 maiores produções de cacau do Pará, 2019.

Municípios	Quantidade produzida (toneladas)
Medicilândia	44738
Uruará	17437
Anapu	8730
Brasil Novo	8045
Placas	7766
Altamira	6731
Vitoria do Xingu	5204
Senador José Porfírio	4658
Tucumã	3680
Pacajá	3563
Cametá	2885
São Félix do Xingu	2880

Fonte: IBGE, 2021.

No entanto a grande produção entre essas mesorregiões se dá ao longo da Rodovia Transamazônica, responsável por 62,7% da produção estadual e por 25,1% da produção nacional. A CEPLAC apresenta um estudo que confirma às projeções que indicam a potencialidade do Pará para se destacar ainda mais no mercado nacional e internacional (CEPLAC, 2019).

Além disso a produção tende a aumentar, devido à forte demanda por sementes híbridas para novos plantios (em média 15 milhões por ano), associada à disponibilidade de mais de um milhão de hectares de solos de média a alta fertilidade nas regiões cacaeiras da Transamazônica e Sul do Pará, por si só, já garantem o espaço para expansão. Mais que isso, uma demanda potencial e ambientalmente mais correta, está nas áreas alteradas do estado do Pará, propiciando a esse ambiente sua recuperação em base economicamente viável, além de contribuir para contenção no avanço de utilização de mata primária, propiciando o aparecimento da “floresta produtiva”, o que torna ainda mais importante a avaliação dessas amêndoas produzidas em diferentes regiões (CEPLAC, 2016).

1.5 MERCADO DAS AMÊNDOAS DE CACAU

As amêndoas de cacau destacam-se como uma importante *commodity* agrícola mundial, principalmente por ser a principal matéria-prima para um dos alimentos mais apreciados no mundo, que é o chocolate (HASHIMOTO, 2015).

A estimativa da produção global de amêndoas de cacau para 2019 foi de 4,8 milhões de toneladas, sendo a África a maior região produtora (76,3%) Costa do Marfim e Gana como principais responsáveis por esse montante, seguida pela América (17,4%) Equador e o Brasil com os maiores índices de produção. Ásia e Oceania (6,3%) com a Indonésia sendo o país com maior representatividade quanto a produção (ICCO, 2019). Já o processamento das amêndoas de cacau nas indústrias moageiras é realizado, em maior parte, por países importadores próximos dos principais centros de consumo na Europa e América do Norte, sendo que Holanda, Alemanha, e Estados Unidos responderam por aproximadamente 33% do total em 2013 (ICCO, 2013).

No mercado internacional a valorização das amêndoas está relacionada a classificação dos cacaos que são: comuns (*bulk*) ou finos (*flavor*). De forma geral, a maioria dos cacaos considerados finos pertence aos grupos genéticos *Criolo*, *Trinitário* ou tipo Nacional do Equador e cacaos comuns são originados de frutos do grupo *Forasteiro*. No entanto, a definição de cacau fino permanece controversa porque não existe um critério universalmente

aceito que possa ser adotado para determinar se um lote de cacau de uma dada origem pode ou não ser classificado como cacau fino. Porém, critérios relevantes que podem ser utilizados incluem: origem genética do material plantado, características morfológicas da planta, características químicas, aroma e sabor das amêndoas produzidas, coloração das amêndoas e *nibs*, grau de fermentação, secagem, acidez e presença de *off flavours* (SUKHA et al., 2013; HASHIMOTO, 2015).

No entanto o comércio mundial de amêndoas e chocolate fino representa menos de 5% do total comercializado entre os países. A principal variedade que abastece o mercado de amêndoas e conseqüentemente as indústrias processadoras é o *Forasteiro*. Neste contexto o Brasil mostra importante participação e potencial de crescimento para a cacauicultura, com expressiva produção agrícola (ICCO, 2019).

Por sua importância devido às características sensoriais, fica evidente que a qualidade do cacau e as normas de classificação utilizadas são importantes para a formação de preço das amêndoas de cacau no mercado nacional e internacional, bem como estudos que beneficiem os produtores com a comercialização de seu principal produto, as amêndoas, agregando valor aos produtos e proporcionando o desenvolvimento de padrões de qualidade com atrativos comerciais e de interesse internacional (MENDONÇA et al., 2016)

1.6 MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE CACAU

A regulamentação internacional oficial em relação ao padrão de qualidade do cacau é estabelecida pela ISO 2451 (ISO, 2014) baseado no teste de corte, para classificar as amêndoas de cacau e identificar defeitos e aroma desejáveis para fins comerciais. No Brasil, a Instrução Normativa nº 38 de 23 de junho de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define o padrão oficial para exportação de amêndoas de cacau no país e se refere aos requisitos de qualidade da amêndoa, em função dos limites máximos de tolerância de defeitos, incluindo dentre estes o teor de fumaça, fatores determinados pelo teste de corte (BRASIL, 2008).

No entanto para comercialização das amêndoas de cacau, são necessários padrões que possam ser usados para diferenciar adequadamente a qualidade dessas amêndoas no que diz respeito aos aromas e sabores, já que a qualidade e os valores oferecidos pelo mercado estão diretamente relacionados com essas características, que podem ser avaliadas apenas por avaliação sensorial (RODRIGUEZ-CAMPOS et al., 2012; BARRIENTOS et al., 2019)

1.6.1 Teste de corte

O teste de corte é mundialmente utilizado e consiste na análise olfativa e visual de amêndoas, para avaliar o aroma das amêndoas antes do corte e mensurar o grau de fermentação após o corte, baseado na coloração. O teste é indispensável para determinar o tipo em que as amêndoas se enquadram, são utilizadas 100 amêndoas de cada lote para avaliação, a partir da verificação de infestação de pragas, presença de fungos, quantidade de amêndoas germinadas, achatadas, ardósias e mofadas, análise realizada em triplicata. A avaliação resulta na classificação do lote em: tipo 1, tipo 2, tipo 3 ou fora de tipo (Tabela 2), de acordo com a instrução normativa nº38/2008 do MAPA (BRASIL, 2008), que define o padrão oficial de classificação de amêndoas de cacau.

Tabela 2. Tolerância de defeitos para amêndoas de cacau, expressa em porcentagem (%) e classificação do produto em tipos.

Classificação	Defeitos					
	Mofadas	Fumaça	Danificadas por insetos	Ardósia	Germinadas	Achatadas
Tipo 1	0 a 4	0 a 1	0 a 4	0 a 5	0 a 5	0 a 5
Tipo 2	4 a 6	1 a 4	4 a 6	5 a 10	5 a 6	5 a 6
Tipo 3	6 a 12	4 a 6	6 a 8	10 a 15	6 a 7	6 a 7
Fora de Tipo	12 a 25	> 6	> 8	>15	> 7	>7

Fonte: BRASIL (2008).

1.6.2 Análise sensorial

A análise sensorial compreende um conjunto de técnicas que necessitam das respostas humanas para avaliação dos alimentos e outros produtos não-alimentares. A análise pode ser definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das propriedades sensoriais dos alimentos e materiais que são percebidas pelos órgãos dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (ABNT, 1993; STONE; SIDEL, 2004; LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Os métodos sensoriais podem ser agrupados em analíticos e afetivos. O método analítico inclui os testes descritivos (análise descritiva quantitativa, perfil de sabor, perfil de textura, entre outros) para os atributos sensoriais, e os testes de diferença ou discriminativos (entre estes; o teste triangular) que servem para detectar diferenças entre produtos. O método sensorial afetivo inclui os testes de preferência e aceitação, geralmente denominados de testes de consumidores (DRAKE, 2007; DUTCOSKY, 2011).

De acordo com Dutcosky (2011), a execução dos testes engloba duas variações de equipe de provadores, os selecionados e treinados e os consumidores. O primeiro conjunto de indivíduos, são destinados aos métodos discriminativos e descritivos. Já os consumidores são direcionados à execução dos métodos afetivos.

Os testes descritivos determinam a descrição e quantificação numérica, por meio de uma escala, da intensidade de cada atributo das amostras avaliadas, a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), é exemplo de metodologia descritiva amplamente utilizada (ELLENDERSEN; WOSIACKI, 2010).

1.6.2.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A ADQ é um método de avaliação sensorial que identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais, isto é, descreve as propriedades sensoriais mede a intensidade em que foram percebidas pelos provadores. Este método é realizado por um painel sensorial constituído por julgadores aprovados em um processo composto por diversas etapas de seleção e treinamento, que permite a descrição das características sensoriais com precisão em termos matemáticos (STONE; SIDEL, 2004).

Na execução da análise se faz necessário: pré-seleção de provadores, desenvolvimento de terminologia descritiva, treinamento e avaliação das amostras, sendo que em todas as etapas são utilizados cálculos e análises estatísticas, obtendo assim resultados e construção de gráficos (ELLENDERSEN; WOSIACKI, 2010).

Diversos estudos mostram que a análise sensorial apresenta resultados satisfatórios para a avaliação da qualidade de cacau, incluindo-se a diferenciação entre amostras elaboradas com amêndoas de cacau de diferentes variedades, origens geográficas e condições de processamento (SUKHA et al., 2013; BARRIENTOS et al., 2019; SCALONE et al., 2019).

Bastos et al. (2019) avaliaram o perfil sensorial de chocolates produzidos da variedade TSH565 utilizando análise descritiva quantitativa, que se mostrou eficaz na avaliação das características do chocolate, tendo sido levantado sabores e aromas, como: frutas artificiais, ervas, floral, laticínios, dentre outros.

Rivas et al. (2018) avaliaram a diversidade de perfis sensoriais de bebidas quentes a base de pó de cacau e chocolates em bloco por meio da Análise Descritiva Quantitativa, e obtiveram com a avaliação dos painelistas resultados consistentes que diferenciaram os produtos em relação a aromas e sabores.

Estudo realizado por Quintana-Fuentes et al. (2016), utilizaram ADQ para avaliar licores de cacau obtidos a partir de diferentes modelos de plantio obtiveram características, como sabor de cacau, nozes e muito pouco floral e de frutas, além da presença de sabores que afetam a qualidade como ácido, amargo e adstringente causadas principalmente por fermentação média.

Torres-Moreno et al. (2012) avaliaram o efeito de duas origens de cacau e duas condições de processamento (torrefação e de conchagem) sobre a aceitação de chocolates. Como resultado, foi possível verificar que a origem geográfica influenciou na aceitação sensorial das amostras pelo grupo de consumidores.

Vázquez-Ovando et al. (2015) obtiveram os descritores sensoriais de amêndoas de cacau da região de Soconusco no México, por meio da ADQ, onde segundo os autores, foi relatado pela primeira vez em amostras de grãos de cacau o descritor de odor picante.

Silva (2013) caracterizou amostras de variedades de cacau, obtidas de duas safras, pela avaliação sensorial de chocolates do tipo amargo com 65% de cacau. No estudo foi verificado que a equipe sensorial pelo método da ADQ conseguiu diferenciar os chocolates segundo características de sabor mostrando que a técnica possui uma grande eficácia. Desta forma, acredita-se que é possível realizar a classificação de amêndoas de acordo com suas características sensoriais a partir de uma equipe treinada, independente se o perfil do sabor do cacau seja gerado pela hereditariedade do fruto ou pelos processos pós-colheita.

Rottiers et al. (2019b) utilizaram a ADQ para relacionar os resultados obtidos com dados por meio de métodos cromatográficos, de cacaos de diferentes cultivares do Equador ambos os métodos foram eficazes em identificar e discriminar os perfis de aroma e sabor

Dependendo da origem das amêndoas de cacau, diferentes características químicas serão transferidas para o chocolate produzido. Dessa forma, o conhecimento das características sensoriais presentes nos *nibs* de cacau de fontes distintas é importante para determinar a qualidade do chocolate, bem como a do próprio *nibs*, visto que é um produto comercializado para o consumo direto (SALTINI; AKKERMAN; FROSCH, 2013).

Diversos aromas, sabores e sensações já foram evidenciadas em chocolates e outros produtos derivados do cacau. A Roda de sabores (Figura 1) de Sukha e Seguire (2015) demonstra categorias principais e subcategorias para características de liquor e chocolate.

Figura 1. Roda de sabores de acordo com categorias principais e subcategorias para licor e chocolate



Fonte: Sukha e Seguire (2015).

1.6.2.2 Teste de aceitação

No desenvolvimento ou no melhoramento de produtos, a determinação da aceitação é de extrema importância. Já que os testes de aceitação são importantes para as decisões sobre o investimento em muitos produtos como o chocolate. Os testes de aceitação requerem equipes

não-treinadas, com grande número de participantes que representem a população de consumidores atuais ou potenciais do produto (MENIM, 2010).

Entre os métodos mais utilizados para a avaliação de aceitação de produtos está a escala hedônica, onde o consumidor expressa sua aceitação pelo produto seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente com base nos termos "gosta" e "desgosta". Há diferentes tipos de escalas, como a não estruturada, as faciais e as nominais, variando de cinco, sete ou nove pontos. As escalas mais utilizadas são as de 7 e 9 pontos, que possuem termos como "gostei muitíssimo" e "desgostei muitíssimo" contendo um ponto intermediário com o termo "nem gostei/nem desgostei ou indiferente" (CHAVES; SROSSER, 2002).

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

AFOAKWA, E. O; PATERSON, A; FOWLER, M; RYAN, A. Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: a critical review. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 48, n. 9, p. 840-857, 10 set. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390701719272>.

ALEXANDRE, R. S; CHAGAS, K; MARQUES, H.I.P; COSTA, P. R; FILHO, J. C. Caracterização de frutos de clones de cacauzeiros na região litorânea de São Mateus, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p. 785-790, 2015.

BATISTA, A. S. **IDENTIFICAÇÃO DA QUALIDADE E ORIGEM DE AMÊNDOAS DE CACAU PRODUZIDAS NO ESTADO DA BAHIA USANDO QUIMIOMETRIA**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de pós-graduação em Engenharia e ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Uesb, Itapetinga - Ba, 2018.

BARREIRO, J. A.; SANDOVAL, A. J. Kinetics of moisture adsorption during simulated storage of whole dry cocoa beans at various relative humidities. **Journal of Food Engineering**, v. 273, p. 109869, 2020.

BARRIENTOS, L. D. P; OQUENDO, J. D. T; GARZÓN, M. A. G. ÁLVAREZ, O. L. M. Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. **Food Research International**, [s.l.], v. 115, p.259-267, jan. 2019.

BASTOS, V. S.; UEKANE, T. M.; BELLO, N. A.; REZENDE, C. M. de; PASCHOALIN, V. M. Flosi; AGUILA, E. M. del. Dynamics of volatile compounds in TSH 565 cocoa clone fermentation and their role on chocolate flavor in Southeast Brazil. **Journal of Food Science and Technology**, [s.l.], v. 56, n. 6, p. 2874-2887, 20 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03736-3>.

BECKETT, S. T. Industrial chocolate manufacture and use. 4a. ed., Chapman and Hall: London, p.20-23, 2009.

BECKETT, S. T; FOWLER, M. S; ZIEGLER, G. R. (Ed.). Beckett's industrial chocolate manufacture and use. West Sussex, UK.: Wiley Blackwell, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008. Regulamento Técnico da Amêndoa de Cacau. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 1 nov. 2019.

CAMBRAI, Amandine et al. Discrimination of cocoa bean origin by chocolate polyphenol chromatographic analysis and chemometrics. **Food analytical methods**, v. 10, n. 6, p. 1991-2000, 2017.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. A crise da lavoura cacaueira, condicionantes, ação governamental, análise e recomendações. Nota Técnica: **Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira** – 3^a e 4^a etapas. 2019.

CEPLAC. **Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira**. 2015. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso: 09 de Agosto de 2019.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **O Cacau na Amazônia**. 1979. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/ceplac/publicacoes/boletins-tecnicos-bahia/bt-066.pdf>>. Acesso: 22 de novembro de 2019.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **O Cultivo do Cacaueiro no Estado do Pará**. 2016. Disponível em: < <http://www.ceplacpa.gov.br/site/wpcontent/uploads/2016/05/O%20Estado%20do%20Para%20e%20a%20Producao%20Brasileira%20de%20Cacau.pdf>>. Acesso: 24 de novembro de 2019.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. 3 ed. Viçosa: UFV. 81 p. 2002.

CRUZ, J. F. M. **Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* l. Resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem**. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

DIOMANDE, D., ANTHEAUME, I., LEROUX, M., LALANDE, J., BALAYSSAC, S., REMAUD, G. S., TEA, I. Multi-element, multi-compound isotope profiling as a means to distinguish the geographical and varietal origin of fermented cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans. **Food Chemistry**, v. 188, p. 576–582, 2015.

DI MATTIA, C; MARTUSCELLI, M; SACCHETTI, G; SCHEIRLINCK, I; BEHEYDT, B; MASTROCOLA, D; PITTIA, V. Effect of fermentation and drying on procyanidins, antiradical activity and reducing properties of cocoa beans. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 12, p. 3420-3432, 2013.

DIAB, J; HERTZ-SCHUNEMANN, R; STREIBEL, T; ZIMMERMANN, R. Online measurement of volatile organic compounds released during roasting of cocoa beans. **Food Research International**, v. 63, p. 344-352, 2014.

DRAKE, M. A. Invited review: Sensory analysis of dairy foods. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 11, p. 4925-4937, 2007.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

EFRAIM, P. **Contribuição à melhoria de qualidade de produtos de cacau no Brasil, por meio da caracterização de derivados de cultivares resistentes à vassoura-de-bruxa e de sementes danificadas pelo fungo**. 208 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

EFRAIM, P; PEZOA-GARCÍA, N. H; JARDIM, D.C.P; NISHIKAWA, A; HADDAD, R; EBERLIN, M.N. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 142-150. 2010.

ELLENDERSEN, L. S. N; WOSIACKI, G. Análise sensorial descritiva quantitativa: estatística e interpretação. **Ponta Grossa: UEPG**, 2010.

ENGESETH, Nicki J; PANGAN, Marlon Fernando Ac. Current context on chocolate flavor development — a review. **Current Opinion In Food Science**, [S.L.], v. 21, p. 84-91, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2018.07.002>.

EVINA, V. J. E; TAEYE, C; NIEMENAK, N; YOUMBI, E; COLLIN, S. Influence of acetic and lactic acids on cocoa flavan-3-ol degradation through fermentation-like incubations. **LWT-Food Science and Technology**, v. 68, p. 514-522, 2016.

FARAH, D. M. H; Zaibunnisa, A. H, Misnawi, J; Zainal. Effect of roasting process on the concentration of acrylamide and pyridines in roasted cocoa beans from different origins. **APCBEE Procedia**, v. 4, p. 204-208, 2012.

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.

GARCIA-ARMISEN, T; PAPALEXANDRATOU, Z; HENDRYCKX, H; CAMU, N; VRANCKEN, G; VUYST, L; CORNELIS, P. Diversity of the total bacterial community associated with Ghanaian and Brazilian cocoa bean fermentation samples as revealed by a 16 S rRNA gene clone library. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 87, n. 6, p. 2281-2292, 2010.

GUTIÉRREZ, T. J. **State-of-the-art chocolate manufacture: a review**. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 16, n. 6, p. 1313-1344, 2017.

HASHIMOTO, J. C. **Caracterização de amêndoas de cacau produzidas em diferentes estados brasileiros e aplicação de espectroscopia no infravermelho próximo e quimiometria como alternativa para o controle de qualidade**. 2015. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- Sp, 2015.

HENRIQUES, A. C. R. **Estudo dos efeitos antioxidante e anti-inflamatório do chocolate preto e da pasta de cacau**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017.

HII, C. L; LAW, C. L; CLOKE, M. Modelagem utilizando um novo modelo de secagem em camada fina e qualidade do produto do cacau. **Jornal de engenharia de alimentos**, v. 90, n. 2, p. 191-198, 2009.

HII, C. L; LAW, C. L; CLOKE. M; SHARIF, S. Improving Malaysian cocoa quality through the use of dehumidified air under mild drying conditions. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [s.l.], v. 91, n. 2, p.239-246, 24 set. 2010.

HUANG, Y; BARRINGER, S. A. Alkylpyrazines and other volatiles in cocoa liquors at pH 5 to 8, by selected ion flow tube-mass spectrometry (SIFT-MS). **Journal of food science**, v. 75, n. 1, p. C121-C127, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Agrícola**. 2021.

Disponível:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/15/11895?indicador=11897&tipo=ranking> Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola – Lavoura Permanente**. 2021. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/altamira/pesquisa/15/11895?tipo=ranking&indicador=11897>. Acesso em: 27 de maio 2021.

ICCO - International Cocoa Organization. **Cacau Em Crescimento**. 2013. Disponível em: < <https://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

ICCO - International Cocoa Organization. **Production of cocoa beans**. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Production_QBCS%20XLVI%20No.%201.pdf Acesso em: 16 mai. 2020.

ISO - International Organization For Standardization. Cocoa beans - Specification ISO 2451, 2014.

KONGOR, J. E; HINNEH, M; WALLE, D. V; AFOAKWA, E. O; BOECKX, P; DEWETTINCK, K. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile—A review. **Food Research International**, v. 82, p. 44-52, 2016.

KRYSIAK, W; ADAMSKI, R; ŻYŻELEWICZ, D. Fatores que afetam a cor do grão de cacau torrado. **Journal of Food Quality**, v. 36, n. 1, p. 21-31, 2013.

KUMARI, N; GRIMBS, A; D'SOUZA, R. N.; VERMA, S. K; CORNO, M; KUHNERT, N; ULLRICH, M. S. Origin and varietal based proteomic and peptidomic fingerprinting of *Theobroma cacao* in non-fermented and fermented cocoa beans. **Food Research International**, [S.L.], v. 111, p. 137-147, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.010>.

LANZA, C. M.; MAZZAGLIA, A.; PAGLIARINI, E. Sensory profile of a specialty Sicilian chocolate. **Italian Journal of Food Science**, v. 23, n. 1, p. 36-44, 2011.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Avaliação sensorial de alimentos: princípios e práticas. **Springer Science & Business Media**, 2010.

LIMA, L. J; ALMEIDA, M. H; NOUT, R. M; ZWIETERING, M. H. *Theobroma cacao* L., “The food of the Gods”: quality determinants of commercial cocoa beans, with particular

reference to the impact of fermentation. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 51, n. 8, p. 731-761, 2011.

LUCCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas a manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate**. 2001. 195 p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. Campinas, SP.

LUND, M. N; RAY, C. A. Control of Maillard reactions in foods: Strategies and chemical mechanisms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 23, p. 4537-4552, 2017.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

MENDONÇA, T.A; Dantas; E. A.; Gouvea, A. A. L.; Oliveira, R. S.; Alves, A. R. C.; Padilha, F. F.; Machado, B. A. S. Prospecção tecnológica sobre a utilização de cacau fino. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 4, p. 1094-1103, 2016.

MENIM, V. P. R. **análise sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. Viçosa/MG. Ed. UFV, 2010.

MOTAMAYOR, J. C; LACHENAUD, P; MOTA, Jay, W. S; LOOR, R; KUHN, D. N; BROWN, J. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). **PloS one**, v. 3, n. 10, p. e3311, 2008.

NASCIMENTO, M. S; PENA, P. O; BRUM, D. M; IMAZAKI, F. T; TUCCI, M. L. S; EFRAIM, P. Behavior of Salmonella during fermentation, drying and storage of cocoa beans. **International journal of food microbiology**, v. 167, n. 3, p. 363-368, 2013.

OLIVEIRA, M. M; CERQUEIRA, B. V; BARBON, S; BARBIN, D. F. Classification of fermented cocoa beans (cut test) using computer vision. **Journal of Food Composition And Analysis**, [S.L.], v. 97, p. 103771, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103771>.

ORACZ, J; NEBESNY, E. Effect of roasting parameters on the physicochemical characteristics of high-molecular-weight Maillard reaction products isolated from cocoa beans of different *Theobroma cacao* L. groups. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 1, p. 111-128, 2019.

OWUSU, M; PETERSEN, M. A; HEIMDAL, H. Effect of fermentation method, roasting and conching conditions on the aroma volatiles of dark chocolate. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 36, n. 5, p. 446-456, 2012.

OZTURK, G; YOUNG, G. M. Evolução alimentar: o impacto da sociedade e da ciência na fermentação de grãos de cacau. **Revisões abrangentes em Ciência e segurança alimentar**, v. 16, n. 3, p. 431-455, 2017.

PEREIRA, G. V. de M; MAGALHÃES, K. T; ALMEIDA, E. G; COELHO, I. S; SCHWAN, R. F. Spontaneous cocoa bean fermentation carried out in a novel-design stainless steel tank: Influence on the dynamics of microbial populations and physical–chemical

properties. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 161, n. 2, p.121-133, fev. 2013.

PONTILLON, J. Do cacao ao tablete. **A Cência na cozinha**, São Paulo, v. 1, p. 62 – 71, ago. 2009.

QUINTANA-FUENTES, L. F; GÓMEZ-CASTELBLANCO, S; GARCÍA-JEREZ, A; MARTÍNEZ-GUERRERO, N. C. Creation of a panel of judges in training for sensory analysis of cocoa liquor obtained from different models planting. **Entramado**, v. 12, n. 2, p. 220-227, 2016.

RIBEIRO, M. da S. **Avaliação do 5-hidroximetilfurfural como produto de reação de maillard durante o processo de torração de amêndoas de cacau theobroma cacao l.** 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

RIVAS, J. C. M; DIETZE, M; ZAHN, S; SCHNEIDER, Y; ROHM, H. Diversity of sensory profiles and physicochemical characteristics of commercial hot chocolate drinks from cocoa powders and block chocolates. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 8, p. 1407-1414, 2018.

RODRIGUEZ-CAMPOS, J; ESCALONA-BUENDÍA, H. B; CONTRERAS-RAMOS, S. M; OROZCO-ÁVILA, I; JARAMILLO-FLORES, I; LUGO-CERVANTES, E. Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 277-288, 2012.

RODRIGUEZ-CAMPOS, J; ESCALONA-BUENDÍA, H. B; OROZCO-AVILA, I; LUGO-CERVANTES, E; JARAMILLO-FLORES, M. E. Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components analysis. **Food Research International**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 250-258, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.028>.

ROTTIERS, H; SOSA, D. A. T; WINNIE, A; RUALES, J; CLIPPELLER, J; LEERSNYDER, I; WEVER, J; EVERAERT, H; MESSENS, K; DEWETTINCK, K. Dynamics of volatile compounds and flavor precursors during spontaneous fermentation of fine flavor Trinitario cocoa beans. **European Food Research And Technology**, [s.l.], v. 245, n. 9, p.1917-1937, 5 jun. 2019a.

ROTTIERS, H; SOSA, D. A. T; LEMARCQ, V; WINNIE, A; WEVER, J; EVERAERT, H; ANDRIO; JAIME, J. B; DEWETTINCK, K; MESSENS, K. A multipronged flavor comparison of Ecuadorian CCN51 and Nacional cocoa cultivars. **European Food Research And Technology**, [s.l.], v. 245, n. 11, p.2459-2478, 17 set. 2019b.

SALTINI, R; AKKERMAN, R; FROSCHE, S. Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. **Food control**, v. 29, n. 1, p. 167-187, 2013.

SANTANA, C. de S; PEREIRA, I. de O; FERREIRA, A. C. R; SILVA, A. V; SANTOS, L. S. Influência do período de colheita na qualidade do cacau da Indicação Geográfica Sul da

Bahia. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 8295-8306, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n2-221>

SCALONE, G. L. L.; TEXTORIS-TAUBE, K; MEULENEAR, B; KIMPE, N; WOSTEMEYER, J; VOITGT, J. Cocoa-specific flavor components and their peptide precursors. **Food Research International**, [s.l.], v. 123, p.503-515, set. 2019.

SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, n. 4, p. 205–221, 2004.

SILVA, A. R. de A. **Caracterização de amêndoas e chocolate de diferentes variedades de cacau visando a melhoria da qualidade tecnológica**. 2013. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- Sp, 2013.

SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. S.; AGUILAR, M. A. G. **Importância Econômica e Social. Cacau: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 9-40. 2016.

STONE, H; SIDEL, J. L. Introdução à avaliação sensorial. **Práticas de avaliação sensorial**. Boston, MA: Elsevier Academic Press. p. 1-19, 2004.

STONE, H; SIDEL, J. L. O papel da avaliação sensorial na indústria de alimentos. **Qualidade e preferência alimentar**. v. 4, n. 1-2, p. 65-73, 1993.

SUKHA, D.; SEGUINE, E. Flavour wheel with main categories and sub categories for both liquor and chocolates. Cocoa Research Centre Sensory Training Guide, **Cocoa Research Centre, University of the West Indies**, Trinidad, 2015.

SUKHA, D. A; BUTLER; D. R; UMAHARAN, P; BOULT, E. An assessment of the quality attributes of the Imperial College Selections (ICS) cacao (*Theobroma cacao* L.) clones. In: **III International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions 1047**. p. 237-243. 2013.

TOKER, O. S; PALABIYIK, I; KONAR, N. Chocolate quality and conching. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 91, p. 446-453, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>.

TOLEDO-HERNÁNDEZ, M; TSCHARNTKE, T; TJOA, A; ANSHARY, A; CYIO, B; WANGER, T. C. Landscape and farm-level management for conservation of potential pollinators in Indonesian cocoa agroforests. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 257, p. 109106, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109106>.

TORRES-MORENO, M; TARREGA, A; COSTELL, E; BLANCH, C. Dark chocolate acceptability: influence of cocoa origin and processing conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 2, p. 404-411, 2012.

VAN DURME, J; INGELS, I; DE WINNE, A. Inline roasting hyphenated with gas chromatography–mass spectrometry as an innovative approach for assessment of cocoa fermentation quality and aroma formation potential. **Food chemistry**, v. 205, p. 66-72, 2016.

VÁZQUEZ-OVANDO, A; CHACÓN-MARTÍNEZ, L; BETANCUR-ANCONA, D; ESCALONA-BUENDÍA, H; SALVADOR-FIGUEROA, M. Sensory descriptors of cocoa beans from cultivated trees of Soconusco, Chiapas, Mexico. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 285-290, 2015.

ZIEGLEDER, G. Flavour development in cocoa and chocolate. **Industrial chocolate manufacture and use**, p. 169-191, 2009.

ZZAMAN, W; BHAT, R; YANG, T. A; EASA, A. M. Influences of superheated steam roasting on changes in sugar, amino acid and flavour active components of cocoa bean (*Theobroma cacao*). **Journal of The Science of Food And Agriculture**, [s.l.], v. 97, n. 13, p.4429-4437, 5 abr. 2017.

**CAPITULO II- SENSORY PROFILE OF THE AMAZONIAN COCA BEANS
(*THEOBROMA CACAO* L.) CULTIVATED IN DIFFERENT REGIONS OF THE
STATE OF PARÁ.**

Artigo Científico

Perfil sensorial e características físicas e físico-químicas das amêndoas de cacau (*theobroma cacao* L.) Produzidas na Amazônia Oriental.

RESUMO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) possui sementes que após beneficiamento tornam-se uma *commodity* agrícola valiosa no mundo, no Brasil, o estado do Pará é o principal produtor respondendo por mais de 53% da produção nacional. Apesar do Pará ser o maior produtor, não são encontrados na literatura estudos contendo dados a respeito da qualidade sensorial das amêndoas, agregando valor e identidade em função das características de sua origem. Desta forma o objetivo do presente estudo é estabelecer o perfil sensorial de amêndoas (*nibs*) das principais mesorregiões produtoras de cacau no Estado do Pará (Baixo Tocantins, Nordeste, Oeste, Sudeste e Transamazônica). Foi aplicado questionário com produtores para as práticas de fermentação e secagem, seguido de avaliação física, físico-químicas e compostos bioativos. O perfil sensorial foi estabelecido a partir da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), além de utilizar teste afetivo para verificar a preferência dos consumidores pelos chocolates produzidos. Na avaliação física, as amostras apresentaram padrão comercial aceitável, porém, com margem para melhoria em relação a fermentação das sementes. Dentre os parâmetros físico-químicos (umidade, pH, acidez e atividade de água), a umidade está dentro do estabelecido pela legislação, as amostras apresentaram diferenças apenas em pH e acidez. As amêndoas das mesorregiões apresentaram perfil sensorial bastante semelhante, com algumas pequenas diferenças, mas sem destaque para uma única mesorregião. Apesar da safra de 2019 não apresentar tantas diferenças entre as mesorregiões avaliadas, a contribuição de atributos de qualidade, influenciados por parâmetros de pós-colheita e/ou processamento, não pode ser subestimada.

PALAVRAS-CHAVE: *Theobroma cacao* L., Estado do Pará, Análise Sensorial, Análise Descritiva Quantitativa.

Scientific Article

Sensory profile and physical and physicochemical characteristics of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) produced in eastern Amazon.

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) has seeds that after processing become a valuable agricultural commodity in the world, in Brazil, the state of Pará is the main producer, accounting for more than 53% of national production. Although Pará is the largest producer, studies containing data on the sensory quality of almonds are not found in the literature, adding value and identity due to the characteristics of their origin. Thus, the aim of this study is to establish the sensory profile of almonds (nibs) from the main cocoa producing regions in the State of Pará (Lower Tocantins, Northeast, West, Southeast and Transamazônica). A questionnaire was applied to producers for fermentation and drying practices, followed by physical, physicochemical and bioactive compounds evaluation. The sensory profile was established from the Quantitative Descriptive Analysis (QDA), in addition to using an affective test to verify consumer preference for the chocolates produced. In the physical evaluation, the samples showed an acceptable commercial standard, however, with room for improvement in relation to seed fermentation. Among the physicochemical parameters (humidity, pH, acidity and water activity), moisture is within the established by legislation, the samples showed differences only in pH and acidity. The almonds from the regions showed a very similar sensory profile, with some small differences but no emphasis on a single region. Although the 2019 harvest does not show differences between the regions evaluated, a contribution of quality attributes, influenced by post-harvest and/or processing parameters, cannot be underestimated.

KEYWORDS: *Theobroma cacao* L., State of Pará, Sensory Analysis, Quantitative Descriptive Analysis.

1 INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) possui sementes que após serem beneficiadas tornam-se uma *commodity* agrícola das mais valiosas do mundo, cultivada mundialmente por ser a principal matéria-prima utilizada para a produção de chocolates. Mais de 58 países estão envolvidos na produção de cacau, dos quais muitos dependem fortemente da exportação para seu desenvolvimento econômico (AKOA et al., 2021).

A demanda mundial por amêndoas tem gerado exigências mais elevadas em relação à sua qualidade, que envolve critérios complexos baseados em legislações nacional (BRASIL, 2008) e internacional ISO 2451 (ISO, 2014), as quais levam-se em consideração atributos extrínsecos e intrínsecos. Entretanto, quanto as particularidades sensoriais, determinadas pelo *flavor*, são relacionadas a um conjunto de fatores genotípicos, edafoclimáticos e práticas no pré-processamento. A relação de todos estes fatores garante ao produto final um padrão de identidade própria (SANTANA et al., 2020).

No Brasil, o estado do Pará é o principal produtor respondendo por mais de 53% da produção nacional em 2020 (IBGE, 2021). Levando em consideração a extensão do estado do Pará de 1.248.000 km² e as grandes distâncias geográficas das cinco mesorregiões produtoras de cacau (Baixo Tocantins, Nordeste, Oeste, Sudeste e Transamazônica), as amêndoas de cacau podem apresentar várias características de acordo com as condições geográficas, *terroir* característicos. Analisar as propriedades sensoriais das amêndoas de cacau dessas áreas é essencial para entender melhor a composição química e sensorial das amêndoas do estado.

A obtenção de parâmetros sensoriais dessas amêndoas é importante não só para a caracterização da própria, como também é primordial para garantir a qualidade desse produto no mercado. Além disso, a caracterização regional dessas amêndoas deve ser realizada levando-se em consideração a grande diversidade botânica e variação de cada mesorregião (VIEIRA et al., 2015).

Neste sentido, a análise sensorial é um eficiente método de avaliação entre produtos na área de alimentos e entre as técnicas, tem-se a análise descritiva quantitativa, que fornece informações qualitativas e quantitativas de produtos. Além disso, permite o desenvolvimento do perfil sensorial, baseadas na percepção de um grupo de indivíduos qualificados, considerando-se todas as sensações que são percebidas visuais, olfativas, gustativas, tácteis e auditivas (STONE e SIDEL, 1993; MEILGAARD, CARR; CIVILLE, 1999).

Assim, há necessidade de realizar a avaliação sensorial desta matéria-prima, para poder diferenciá-la de acordo com sua qualidade, agregando valor e identidade, concedendo-lhe um diferencial de mercado em função das características de sua origem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

Foram analisadas 35 amostras comerciais de amêndoas (variando de 0,5kg à 3kg) de cacau fermentadas e secas, pelos produtores, das cinco principais mesorregiões produtoras do estado do Pará. As amostras foram provenientes das mesorregiões do Baixo Tocantins, Sudeste, Oeste, Nordeste e Transamazônica. Todos os produtores responderam a um questionário (Anexo A) para obtenção de informações sobre o beneficiamento das amêndoas disponibilizadas durante a coleta. As amostras foram etiquetadas e armazenadas a -4°C para as posteriores análises.

2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS AMÊNDOAS

Foi realizado o quarteamento das amostras para realizar as análises físicas, foram feitas as avaliações de “*bean count*” (número de amêndoas em 100g) e a massa de 100 amêndoas (FCC, 2012), empregando-se uma balança semi-analítica modelo AR3130 (Ohaus Corporation, USA). Uma subamostra de amêndoas aleatórias, independentemente do tamanho, formato ou aparência, fora submetida a prova de corte (BRASIL, 2008), em triplicata. Utilizou-se uma Ficha de Prova de Corte (Anexo B) adaptada de Ferreira (2017).

Para o teste de corte (ISO 2451, 2014), as amêndoas foram cortadas longitudinalmente com uma tesoura de poda. Uma das metades de cada amêndoa cortada foi colocada em uma tábua de classificação e, por inspeção visual, realizou-se a contagem de acordo com a coloração: marrom, parcialmente marrom, violácea, branca e ardósia. Nesta etapa, também foi realizada a contagem de amêndoas de acordo com o grau de compartimentação dos cotilédones: presença ou ausência. Adicionalmente, as amêndoas foram avaliadas e contadas em relação à presença de defeitos, sendo em ordem decrescente de gravidade: mofadas, com aroma de fumaça, danificadas por insetos, ardósias, germinadas e achatadas.

Utilizando um utensílio de corte de aço inoxidável, as amêndoas foram descascadas manualmente para a separação dos nibs (cotilédones), casca e gérmen. Posteriormente, os nibs foram triturados em triturador modelo LUCA-226/5 e guardadas em freezer a -18°C para as análises futuras.

2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS NIBS TRITURADOS

2.3.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado nos nibs triturados em estufa modelo Q314M252 (Quimis, São Paulo, Brasil) com circulação de ar a 105°C, por 24 horas de acordo com método 925.09 (AOAC 2005).

2.3.2 Acidez Titulável

Foi determinada segundo IAL (2008), por titulação potenciométrica com um medidor de pH digital modelo LUCA-210 (Luca, Piracicaba, Brasil) utilizando solução de hidróxido de sódio a 0,1N.

2.3.3 pH

Determinado em suspensão aquosa da amostra (5 g de amostra em 45 ml de água), em medidor de pH digital modelo LUCA-210 (Luca, Piracicaba, Brasil).

2.3.4 Atividade de água (a_W)

A atividade de água foi determinada através da quantificação da fugacidade de água, por meio da constante dielétrica em equipamento AQUALAB (Decagon Devices, Inc – EUA), em triplicata.

2.4 OBTENÇÃO DO EXTRATO BRUTO

A extração ocorreu de acordo com a metodologia proposta por Counet e Collin (2003), com modificações, onde se utilizou a proporção (1:19), 1g de nibs em 19ml de solução extratora contendo acetona, água e ácido acético (70:29,5:0,5v/v). As amostras, em solução, foram colocadas sob agitação em Vortex (Basic Kasvi – Brasil) por 1 minuto. Em seguida, transferiu-se o sobrenadante para tubos eppendorfs seguidos de centrifugação (CT15RE – Japão), por 20 min, a 4°C e 8000 RPM. O extrato, sobrenadante, foi armazenado a -18°C.

2.5 DETERMINAÇÃO DE POLIFENÓIS TOTAIS

A determinação foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON e ROSSI, 1965) o qual é baseado na reatividade comum dos polifenóis quando colocados em contato com os ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico durante 30 minutos. A leitura das amostras foi realizada a 735 nm em espectrofotômetro IL-592 (Kasuaki – Japão). A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em miligramas de equivalentes em catequina por grama de nibs seco (mgEC/gNS).

2.6 DETERMINAÇÃO DE PROANTOCIANIDINAS

A determinação de proantocianidinas foi realizada pelo método do butanol-HCl proposto por Julkunen-Tiitto (1985). Esse método é baseado na hidrólise com butanol em meio ácido com as unidades das proantocianidinas sob aquecimento (90°C), as quais são convertidas nas antocianinas referentes. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes em cianidina por grama de nibs seco (mgECi/gNS).

2.7 DETERMINAÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA

A determinação da adstringência, foi realizada através do método proposto por Horne, Hayes e Lawless (2002), que fornece um indicativo sensorial da modificação dos compostos fenólicos em virtude da ocorrência efetiva da clivagem das proantocianidinas. Este método baseia-se na medida da turbidez ocasionada pela formação de complexos entre proantocianidinas e proteínas ricas em prolina, presentes na saliva humana.

A saliva humana foi coletada em copos descartáveis de polietileno, após a coleta a saliva foi transferida para tubo falcon e centrifugada (CT15RE – Japão), a 10.000 g durante 10 min. O sobrenadante foi coletado. Os extratos das amostras que foram previamente obtidos foram submetidas à neutralização com solução de NaOH e em seguida, diluídas com tampão acetato (CH₃COONa 0,2M em 12% EtOH) pH 4,5. Após a homogeneização 4500 µL de amostra com mais a adição de 4500 µL saliva determinou-se a turbidez em turbidímetro TB1000 (Tecnoyon – São Paulo, BRA). A calibração do equipamento foi realizada com padrões de formazina (Tecnoyon – São Paulo, BRA) em diferentes concentrações. Os resultados foram expressos em Unidades Nefelométrica de Turbidez (NTU) por grama de nibs seco (NTU/gNS).

2.8 TORREFAÇÃO DAS AMÊNDOAS

As amêndoas foram torradas de acordo com Gonçalves (2016), a 120°C durante 60 minutos em estufa modelo Q314M252 (Quimis, São Paulo, Brasil) com circulação de ar, por seguida pela quebra para obtenção do nibs que posteriormente foram triturados até a obtenção do pó e submetidos a análise sensorial.

2.9 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi realizada de acordo com os parâmetros recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR ISO 13299 (ABNT, 2019), seguindo a metodologia descrita por Stone e Sidel (1993). Foi estruturada

uma equipe de provadores capazes de identificar e quantificar os atributos sensoriais dos *nibs* de cacau das diferentes regiões produtoras do Estado do Pará.

2.9.1 Recrutamento de candidatos e pré-seleção de provadores

Inicialmente foram distribuídos questionários (APÊNDICE A) em que se avaliou a disponibilidade de tempo, familiarização com os termos descritivos, habilidade para usar escalas de intensidade e o fato de gostar do produto, dentre outros. Nesta etapa 40 potenciais provadores foram selecionados e submetidos aos testes de pré-seleção.

A primeira fase da pré-seleção foi realizada com base no teste de identificação dos cinco gostos básicos com concentrações elevadas (Tabela 1): amargo, doce, salgado, ácido e umami sendo que o gosto ácido foi repetido para que dificultasse a possibilidade de adivinhações, os candidatos avaliaram uma amostra de cada vez e identificaram o gosto percebido (Anexo C). E entre um gosto e outro lavaram o palato com um pouco de água para que não houvesse influência na percepção dos diferentes gostos (ABNT NBR ISO 8586, 2016). Após este teste, apenas os provadores que identificaram corretamente todas as amostras foram encaminhadas para a segunda fase da pré-seleção.

Tabela 1 – Concentrações das soluções de referência

Substâncias de referência	Concentrações (g/l)
Ácido cítrico <i>p.a.</i>	0,6
Cafeína <i>p.a.</i>	0,6
Cloreto de sódio (sal de cozinha)	4,0
Sacarose (açúcar comum)	20
Umami (glutamato monossódico)	1,2

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 8586 (2016)

A segunda fase, assim como na primeira ocorreu com a identificação dos gostos básicos com uma repetição do gosto doce, no entanto, em baixas concentrações (Tabela 2). Neste teste apenas os candidatos que acertaram pelo menos 4 das 5 amostras, foram encaminhados para a próximo teste.

Tabela 2 – Concentrações das soluções de referência

Substâncias de referência	Concentrações (g/l)
Ácido cítrico <i>p.a.</i>	0,3
Cafeína <i>p.a.</i>	0,3
Cloreto de sódio (sal de cozinha)	2,0
Sacarose (açúcar comum)	10
Umami (glutamato monossódico)	0,6

Fonte: ABNT NBR ISO 8586 (2016)

A terceira fase da pré-seleção consistiu no teste de reconhecimentos de aromas de acordo com ABNT NBR ISO 5496 (2019). O objetivo foi determinar a aptidão dos candidatos em identificar e descrever certos produtos odoríferos (Anexo D). Para esta prova foram escolhidos 8 aromas (floral, canela, hortelã, café, *nibs* de cacau, mel, baunilha e vinagre), os candidatos com desempenho igual ou superior a 70% de acertos realizaram a última fase da pré-seleção.

Na etapa final da pré-seleção, foram apresentadas amostras com gosto amargo e gosto ácido em diferentes concentrações, onde os provadores ordenaram as soluções de acordo com a intensidade (Anexo E). Os candidatos que acertaram todas as posições ou trocaram no máximo um par adjacente foram selecionados.

2.9.2 Levantamento dos termos descritivos.

Para o desenvolvimento da terminologia descritiva foi utilizado o método de discussão aberta. Os provadores avaliaram as amostras, fizeram uma lista completa dos atributos sensoriais percebidos e com sessões de debate entre a equipe selecionaram os termos que melhor descreviam o produto e as amostras de referência para cada atributo avaliado (Tabela 3) (DUTCOSKY, 2011).

Tabela 3. Termos descritores e materiais de referências usados na avaliação sensorial (ADQ) das amostras.

Atributos Sensoriais	Definição e materiais de referência
Aroma	
Cacau	Aroma característico de amêndoas torradas e chocolate. Fraco/nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: barra de chocolate Lacta (Lacta, Brasil).
Acidez	Aroma característico de frutas cítricas. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais pó de suco de limão Tang (Tang, Brasil) 0,48 g/100ml.
Doce	Aroma característico de produtos adoçados. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) com mel 2 g/100ml.
Frutado	Aroma associado às frutas vermelhas e/ou cítricas. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: barra de chocolate com laranja e barra de chocolate com cramberry.
Floral	Sabor associado à flor de laranjeira, jasmim e outras. Fraco/nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8).

	<p>Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais óleo com aromas florais 0,1 g/100ml.</p>
Especiaria	<p>Aroma associado a produtos picantes. Fraco/nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais especiarias “tempero Edu Guedes” (temperoecia Ltda, Brasil) 0,3 g/100ml.</p>
Madeira	<p>Aroma característico de madeiras. Fraco/nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) com madeira 0,4 g/100ml.</p>
Fumaça	<p>Aroma produzido da combustão de materiais. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais pó de fumaça artificial (Moinho, Brasil) 0,2 g/100ml.</p>
Animal	<p>Aroma de pelo/couro molhado Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: Amêndoas de cacau com característica de aroma animal.</p>
Sabor	
Cacau	<p>Sabor característico de amêndoas torradas e chocolate. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: amêndoas de cacau torradas.</p>
Acidez	<p>Gosto característico de ácido cítrico. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) com ácido cítrico 0,4 g/100ml.</p>
Doce	<p>Gosto característico de sacarose ou caramelo. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais sacarose 1 g/100ml.</p>
Frutado	<p>Odor característico de frutas vermelhas e cítricas. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) adicionado de suco em pó de salada de frutas friso (Frisco, Brasil) 0,05 g/100ml.</p>
Floral	<p>Sabor associado a linalol no chocolate. Fraco/nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais óleo com aromas florais 0,1 g/100ml.</p>
Especiaria	<p>Sabor de produtos apimentados. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais de especiarias “tempero Edu Guedes” (temperoecia Ltda, Brasil) 0,3 g/100ml.</p>
Madeira	<p>Sabor característico de madeira. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: Chá amadeirado.</p>

Fumaça	Sabor de produtos defumados Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais pó de fumaça artificial (Moinho, Brasil) 0,2 g/100ml.
Adstringente	Contração da mucosa da boca (sensação bucal de “amarração”). Fraco/Nenhum: água. Forte: Banana verde.
Amargor	Sabor residual marcante característico de cacau / Gosto característico da solução de cafeína. Fraco/Nenhum: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8). Forte: solução de cacau em pó alcalino e água, na proporção (1/8) mais cafeína 0,2 g/100ml.

Fonte: Autor (2021)

2.9.3 Treinamento de provadores

O treinamento dos provadores foi realizado apresentando as amostras isoladamente e os produtos usados como referência, durante 4 sessões. Para a seleção final dos provadores algumas amostras foram avaliadas utilizando escala não estruturada de 9 cm com os termos “fraco/nenhum” e “forte” ancorados nos pontos extremos (APÊNDICE B) os provadores com capacidade discriminatória, boa reprodutibilidade e que produziram resultados consensuais com a equipe foram selecionados para a avaliação final das amostras.

2.9.4 Avaliação das amostras - ADQ

As amostras de nibs de cacau trituradas 2,5g foram apresentadas aos julgadores selecionados em copos descartáveis de polietileno branco, codificados com números de três algarismos. A avaliação foi realizada com escalas não estruturadas de 9 centímetros (APÊNDICE B). Os testes foram realizados em triplicada, sendo conduzidos, em cabines individuais com luz branca existente no Laboratório de Análise Sensorial – UFPA. Utilizou-se água e bolacha (água e sal) para limpeza do palato entre as amostras.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPA. O parecer de aprovação (Parecer nº: 4.031.506) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido encontram-se nos Anexos F e G, respectivamente.

2.10 PRODUÇÃO DO CHOCOLATE

As amêndoas previamente torradas a 120°C por 60 minutos, foram trituradas em triturador (Tramontina, motor 1800W) e houve a separação dos nibs das cascas de forma manual. Os nibs obtidos foram triturados em liquidificador (Philco, 900W 60Hz) e submetidos a etapa de refino, em moinho de pedras (Premier, SL.NO: C1R0302N18, 200W)

onde houve a adição do açúcar, componente das formulações. O refino ocorreu por 24 horas, em seguida houve a etapa de temperagem do chocolate obtido, a fim de estabiliza-lo, foi realizado em temperadeira da marca Universal e em seguida os chocolates foram enformados e refrigerados a -10°C até o dia seguinte, quando foi realizado o teste de aceitação dos chocolates. Todos os chocolates foram produzidos na porcentagem de 70% cacau e 30% açúcar refinado (Cia. União).

2.11 TESTE DE ACEITAÇÃO

O teste de aceitação foi realizado com 99 consumidores (53 homens e 46 mulheres) de produtos derivados do cacau, empregando-se ficha com escala hedônica estruturada de nove pontos. Os atributos aroma, sabor, amargor, acidez, textura, adstringência e impressão global foram avaliados por meio de uma escala de 9 pontos ancorados pelos termos (Anexo H): 9 “gostei muitíssimo”, 8 “gostei muito”, 7 “gostei moderadamente”, 6 “gostei ligeiramente”, 5 “não gostei, nem desgostei”, 4 “desgostei ligeiramente”, 3 “desgostei moderadamente”, 2 “desgostei muito” e 1 “desgostei muitíssimo”.

2.12 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos das análises físicas, físico-químicas e químicas foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para comparação de médias. Para os resultados da ADQ e aceitação foi utilizado o software The Unscrambler X, para geração de gráficos e resultados do teste afetivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 FERMENTAÇÃO, SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS AMÊNDOAS DE CACAU.

Na tabela 4, a mesorregião do Baixo Tocantins e Nordeste foram as que apresentaram menor tempo de fermentação comparada às outras mesorregiões, com diferença significativa entre as mesorregiões Oeste e Transamazônica que fermentaram por mais dias. A mesorregião sudeste apresenta tempo de fermentação intermediário entre as demais mesorregiões. É importante manter um tempo de fermentação adequado devido ser um processo complexo que desencadeia muitas reações químicas que promovem características bioquímicas importantes na qualidade das amêndoas de cacau, diretamente relacionadas aos aromas e sabores de chocolate (PAPALEXANDRATOU et al., 2019; MELO et al, 2021).

No processo de secagem não houve diferença significativa entre as mesorregiões, no entanto no Estado do Pará o principal método de secagem de amêndoas é a exposição ao sol, logo, a secagem de cada mesorregião tendem a ter sua intensidade dependente dos raios solares e conseqüentemente o tempo de secagem pode diminuir ou aumentar.

Tabela 4. Tempos de fermentação, secagem e parâmetros de caracterização física das amêndoas de cacau por mesorregião de estado do Pará.

Mesorregião	Tempo de fermentação (dias)**	Tempo de Secagem (dias)**	Número de Amêndoas em 100 g *	Massa Média (g/amêndoa)
Baixo Tocantins	4,30 ± 1,37 ^a	4,33 ± 1,21 ^a	103,78 ± 7,39 ^a	0,97±0,07 ^a
Nordeste	4,25 ± 0,50 ^a	5,50 ± 1,00 ^a	94,83 ± 6,32 ^{ab}	1,07±0,08 ^{ab}
Sudeste	5,33 ± 1,15 ^{ab}	3,00 ± 1,00 ^a	86,22 ± 7,41 ^b	1,18±0,11 ^b
Oeste	6,43 ± 0,79 ^{bc}	5,29 ± 2,93 ^a	93,65 ± 7,81 ^{ab}	1,07±0,11 ^{ab}
Transamazônica	6,80 ± 0,41 ^c	5,93 ± 1,49 ^a	87,31 ± 8,10 ^b	1,17±0,10 ^b

Resultados expressos por meio da média ± desvio padrão. Médias com letras em comum, em uma mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A avaliação do número de amêndoas em 100 g é uma medida indireta de tamanho da amêndoa de cacau, é um método utilizado no sistema de classificação da federação do comércio de cacau (FCC), que define a forma de conduzir a contagem de amêndoas. De acordo com a FCC (2012), é recomendável que este valor seja igual ou menor que 100 amêndoas em 100 g de amostra e com pode-se observar na Tabela 4, somente a mesorregião Baixo Tocantins ultrapassou o limite recomendado.

Em relação à massa individual de cada amêndoa, o peso mínimo deve ser de 1,0 g (CUBERO et al., 1993), portanto, considerando-se os valores médios calculados das mesorregiões, apenas a mesorregião do Baixo Tocantins não atende essa especificação havendo diferença significativa com a mesorregião Sudeste e Transamazônica.

No entanto a mesorregião do Baixo Tocantins é considerada área onde há presença de cacauzeiros nativos, sem influências de cruzamentos genéticos que foram realizados para melhoramento de produção e resistência a doenças, diferente das outras mesorregiões onde se tem plantas híbridas, por este motivo as amêndoas do Baixo Tocantins podem ter apresentado esse menor peso.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS AMÊNDOAS DE CACAU

Os resultados obtidos na prova de corte, demonstram (Tabela 5) que a mesorregião Nordeste e Baixo Tocantins apresentaram a menor porcentagem para amêndoas com a coloração marrom e maior porcentagem para parcialmente marrons o que está diretamente ligado com o tempo de fermentação (Tabela 4) onde ambas foram inferiores às demais. No entanto, segundo a FCC (2012), é considerado como um lote bem fermentado aquele que contém menos de 5% de amêndoas ardósias/violetas, e todas as mesorregiões avaliadas estão abaixo desta porcentagem.

Os valores para amêndoas brancas também foram inferiores a 1%, variando entre 0,28 e 0,92%, não apresentando diferença significativa a nível de 5%.

Outro indício de uma fermentação adequada é quando as amêndoas apresentam compartimentações, que são geradas por reações onde ácidos são expelidos das amêndoas. Na Tabela 5 pode ser observado que região Nordeste apesar de ter o menor tempo de fermentação (Tabela 4), não houve influência na porcentagem de amêndoas com compartimentação comparadas às outras regiões, isso pode estar relacionado ao clima e temperatura ambiente, genética do cacau, maturação, diversidade microbiana, quantidade que estava sendo fermentada, números de revolvimentos, dentre outros fatores (FERREIRA, 2017). Todas as regiões apresentaram porcentagem superior a 85% de amêndoas com compartimentação, o valor restante da porcentagem é representado pelas amêndoas sem compartimentação, quanto maior esse valor menos eficaz foi o processo fermentativo.

Na prova de corte verificou-se também que a somatória dos defeitos teve valores variando entre 0,6 e 1,76%, Sudeste e Baixo Tocantins respectivamente. Portanto apesar dos valores previstos na legislação (BRASIL, 2008), abordar a porcentagem de defeitos individualmente (Mofadas, Fumaça, danificadas por Insetos, Ardósia, Germinadas,

Achatadas), na presente pesquisa nem a somatória dos defeitos estaria fora do previsto para amêndoas tipo 1, com isso todas as mesorregiões possuem amêndoas com qualidade.

A fermentação é uma etapa fundamental para a produção do cacau de qualidade, pois é nela que são formados os precursores de aroma e sabor de uma amêndoa especial. Durante a fermentação ocorre a difusão dos metabólitos microbianos secretados no cotilédone do grão do cacau e aumento da temperatura, que dão origem a mudanças estruturais e bioquímicas na amêndoa (JOHN et al., 2019).

Tabela 5. Resultados médios relacionados à parâmetros de qualidade avaliados no teste de corte das amêndoas e físico-químicas de nibs de amêndoas de cacau por mesorregião.

Mesorregião	Marrons (%)	Parcialmente Marrons (%)	Violeta (%)	Branca (%)	CC (%)	SC (%)	Defeitos (%)	Umidade (%)	pH	Acidez (g Aa/100g)	Aw
Baixo Tocantins	25,17±20,54 ^a	71,28±20,52 ^a	1,22±0,96 ^a	0,28±0,53 ^a	86,50±16,30 ^a	13,39±16,39 ^a	1,76±0,44 ^a	6,11±0,63 ^a	5,66±0,51 ^a	0,21±0,08 ^a	0,62±0,06 ^a
Nordeste	24,75±17,81 ^{ab}	70,7±19,20 ^a	1,00±1,12 ^a	0,92±0,92 ^a	91,42±5,66 ^a	8,42±5,83 ^a	0,97±0,32 ^{ab}	5,42±0,37 ^a	4,95±0,06 ^b	0,33±0,09 ^{ab}	0,58±0,08 ^a
Sudeste	61,33±20,92 ^{ab}	36,00±17,70 ^a	1,22±2,12 ^a	0,78±1,07 ^a	96,89±2,83 ^a	2,78±2,83 ^a	0,6±0,12 ^{ab}	5,47±0,48 ^a	4,57±0,13 ^b	0,44±0,13 ^{ab}	0,59±0,02 ^a
Oeste	57,27±21,33 ^b	41,60±22,17 ^a	0,24±0,63 ^a	0,44±0,31 ^a	90,7±10,85 ^a	9,28±10,85 ^a	0,18±0,05 ^b	5,76±0,31 ^a	4,84±0,14 ^b	0,48±0,27 ^b	0,61±0,03 ^a
Transamazônica	49,22±16,47 ^{ab}	49,33±16,70 ^a	0,20±0,48 ^a	0,80±1,13 ^a	93,51±8,13 ^a	6,20±8,22 ^a	0,19±0,04 ^b	5,93±0,54 ^a	4,88±0,26 ^b	0,47±0,14 ^b	0,62±0,04 ^a

CC – Amêndoas com compartimentação; SC – Amêndoas sem compartimentação; g Aa/100g – grama de ácido acético por 100 gramas de nibs seco; Aw – Atividade de água. Resultados expressos por meio da média ± desvio padrão. Médias com letras em comum, em uma mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores de umidade nas amostras variaram entre 5,42% (Nordeste) e 6,11% (Baixo Tocantins), estando dentro do recomendado pela legislação (BRASIL, 2008), que especifica percentual máximo de 8% para os tipos 1 e 2. Amêndoas com teor de umidade baixa evita reações enzimáticas que afetam a qualidade e crescimento de fungos que podem produzir metabólitos indesejáveis durante o armazenamento, como as micotoxinas (DELGADO-OSPINA et al., 2020).

Apesar de não haver diferença significativa entre as mesorregiões pode-se perceber que o tempo de secagem (Tabela 4), não teve relação com os resultados da umidade, isso ocorre devido a diferença da intensidade dos raios solares em cada mesorregião, já que todas as amostras foram secas por meio de exposição ao sol, é importante salientar que na mesorregião do Baixo Tocantins a secagem geralmente é realizada em pontes sobre os rios da mesorregião dificultando o processo de secagem, devido a umidade relativa do ar ser maior comparada as outras mesorregiões.

Durante a fermentação os valores de pH, diminuem, ocorre devido à difusão de ácidos nas amêndoas produzidos por bactérias lácticas e acéticas durante o processo. Valores de pH baixos são considerados um índice de fermentação apropriado, com o processo de secagem há aumento no pH devido que alguns desses ácidos voláteis, principalmente os ácidos acéticos, são perdidos junto com a umidade de evaporação das amêndoas (MATTIA et al., 2012; AFOAKWA et al., 2014; DELGADO-OSPINA et al., 2020). Nas amostras em estudo apenas Baixo Tocantins apresentou pH acima de 5,5, diferindo ($p < 0,05$) das outras mesorregiões.

Sabe-se que a acidez das amêndoas depende inicialmente da presença de ácido cítrico mas após a fermentação e devido à ação dos micro-organismos que nela intervêm, ácidos acético e láctico que são produzidos são os que compõem majoritariamente a acidez das amêndoas fermentadas e secas (ROTTIERS et al., 2019). Existe uma alta correlação entre o ácido acético e o pH, altos valores de acidez têm relação com baixos valores de pH, como pode ser observado Tabela 5 (RODRIGUEZ-CAMPOS et al., 2011).

Valores de atividade de água (a_w) influenciam diretamente na multiplicação de bactérias e principalmente fungos que podem se desenvolverem em baixos percentuais e produzir micotoxinas. A multiplicação de *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus parasiticus* já foi verificada em uma a_w mínima de 0,78, e para a produção de micotoxinas pelo *Aspergillus* é necessário a_w maior que 0,85 (PITT; HOCKING, 2009; RIBEIRO et al., 2020). Os resultados obtidos nessa pesquisa indicam disponibilidade de a_w insuficiente para o desenvolvimento de fungos conseqüentemente não há riscos de produção de micotoxinas.

3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E ADSTRINGÊNCIA

Os resultados de polifenóis variam entre 21,48 e 14,73 (mgEC/gNS), Baixo Tocantins e Sudeste respectivamente (Tabela 6), apesar das mesorregiões não apresentarem diferença significativa ($P < 0,05$). O Baixo Tocantins apresenta índices mais altos de polifenóis, isso pode estar ligado a fatores geográficos, devido os processos ecológicos de inundação que impulsiona a troca de água, materiais e organismos entre o solo inundado e o curso principal do rio, influenciando a estrutura da comunidade, interações tróficas e biodiversidade, gerando um solo mais rico em nutrientes, beneficiando diretamente a plantação (PETTIT et al., 2017; CASTILLO, 2020).

Herman et al. (2018), realizaram um estudo com diferentes tempos, temperaturas e velocidades do ar de secagem de amêndoas da mesorregião Nordeste que foram fermentadas por 7 dias onde foi obtido 16,05 (mgEGA / gNS), para polifenóis. Na presente pesquisa o teor encontrado para a mesma mesorregião é de 16,17 (mgEC/gNS), próximo ao encontrado pelos autores citados, apesar dos métodos de fermentação, secagem e padrão para a análise terem sido diferentes.

Tabela 6. Resultados médios dos compostos bioativos e adstringência de nibs das amêndoas por mesorregião.

Mesorregião	Polifenóis Totais (mgEC/gNS)	Proantocianidinas (mgECi/gNS)	Adstringência (NTU)
Baixo Tocantins	21,48±13,28 ^a	23,53±9,13 ^a	48,68±6,93 ^a
Nordeste	16,17±3,24 ^a	15,80±8,04 ^{ab}	34,31±1,26 ^b
Sudeste	14,73±5,96 ^a	7,32±4,20 ^b	47,84±10,26 ^a
Oeste	14,90±5,80 ^a	11,24±5,50 ^b	31,32±5,06 ^b
Transamazônica	18,88±6,56 ^a	11,97±7,52 ^b	27,26±3,32 ^b

Resultados expressos por meio da média ± desvio padrão. Médias com letras em comum, em uma mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Polifenóis: mgEC/gNS – miligramas de equivalente catequina por grama de nibs seco. Proantocianidinas: mgECi/gNS - miligramas de equivalente Cianidina por grama de nibs seco. Adstringência: NTU: Unidades Nefelométrica de Turbidez.

Os resultados de proantocianidinas demonstram que o Baixo Tocantins possui alto teor do composto, com diferença significativa em relação as mesorregiões Sudeste, Oeste e Transamazônica. Dang e Nguyen (2018) realizaram um estudo sobre os efeitos da maturidade nas condições de colheita e fermentação sobre os compostos bioativos das amêndoas e obtiveram resultados de 27,28 (mgEC/100 g) para amêndoas não fermentadas no estágio de maturação ideal e de 9,04 (mgEC/100 g) para amêndoas com maturação adequada e com 5 dias de fermentação, com isso podemos afirmar que apesar do padrão utilizado na pesquisa

dos autores citados ser diferente, o teor de proantocianidinas difere de acordo o tempo de fermentação, assim como pode ser observado na presente pesquisa.

Os compostos polifenólicos, como as proantocianidinas (taninos), formam complexos com proteínas salivares e mucopolissacarídeos. Os complexos de proteína-tanino resultam na precipitação e/ou agregação de proteínas salivares, fazendo com que percam suas propriedades lubrificantes e a boca fique com a sensação de secura denominada adstringência (Horne et al., 2002).

Os resultados desta pesquisa não obtiveram correlação entre adstringência e as proantocianidinas já que a mesorregião Sudeste que apresentou o menor valor do composto, teve o segundo maior valor para adstringência de 47,84 valor inferior apenas à Baixo Tocantins, ambas as mesorregiões apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) das demais.

3.4 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)

3.4.1 Seleção da equipe final

O desempenho dos provadores pode ser visualizado no Apêndice C. Foram selecionados 11 provadores para participar da avaliação final das amostras, com base no seu poder discriminativo ($p_{\text{Famostra}} \leq 0,50$), reprodutibilidade ($p_{\text{Frepetição}} \geq 0,05$) de no mínimo 75% para cada fonte de variação e consenso com a equipe para os atributos.

3.4.2 Perfil sensorial

A Tabela 7 apresenta as médias por mesorregião dos atributos sensoriais de aroma, obtidos na ADQ, assim como, os resultados do teste de Tukey.

Tabela 7. Resultados médios dos atributos sensoriais de aroma por mesorregião.

MESORREGIÕES	AROMAS								
	Cacau	Acidez	Doce	Frutado	Floral	Especiarias	Madeira	Fumaça	Animal
Baixo Tocantins	4,13±0,64 ^a	2,05±0,23 ^{ab}	3,08±0,63 ^a	2,69±0,74 ^a	2,21±0,47 ^a	1,80±0,20 ^a	1,83±0,29 ^a	0,76±0,28 ^a	0,77±0,30 ^a
Nordeste	4,69±0,41 ^{ab}	2,20±0,20 ^{ab}	3,83±0,17 ^a	3,73±0,63 ^b	2,60±0,33 ^a	1,86±0,18 ^a	2,00±0,38 ^a	0,96±0,05 ^a	1,06±0,11 ^a
Sudeste	4,49±0,27 ^{ab}	2,27±0,13 ^a	3,43±0,30 ^a	2,99±0,30 ^{ab}	2,17±0,22 ^a	1,71±0,14 ^a	1,80±0,84 ^{ab}	0,79±0,19 ^a	0,76±0,27 ^a
Oeste	4,85±0,32 ^b	2,18±0,22 ^a	3,39±0,40 ^a	3,19±0,18 ^{ab}	2,17±0,21 ^a	1,18±0,24 ^b	1,27±0,20 ^b	0,83±0,39 ^a	0,85±0,24 ^a
Transamazônica	4,27±0,22 ^a	1,84±0,24 ^b	3,17±0,41 ^a	2,93±0,51 ^{ab}	1,99±0,45 ^a	1,11±0,15 ^b	1,30±0,13 ^b	0,82±0,20 ^a	0,86±0,15 ^a

Resultados expressos por meio da média ± desvio padrão. Médias com letras em comum, em uma mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Pode-se verificar (Tabela 7) que as mesorregiões apresentaram algumas diferenças entre si nos descritores: cacau, acidez, frutado, especiaria e madeira. A mesorregião Oeste obteve a maior média para aroma de cacau diferindo das regiões do Baixo Tocantins e Transamazônica. Esta última recebeu a menor média para o descritor acidez em relação as outras mesorregiões diferindo da mesorregião Sudeste e Oeste que obtiveram as médias mais altas.

Para o aroma frutado as mesorregiões Baixo Tocantins e Nordeste diferiram entre si, sendo a menor e maior média respectivamente, mas não diferiram das demais mesorregiões. Baixo Tocantins, Nordeste e Sudeste obtiveram aroma de especiarias superiores estatisticamente em relação a Oeste e Transamazônica, sendo que as duas últimas também apresentaram menores médias para o aroma amadeirado diferindo das mesorregiões do Baixo Tocantins e Nordeste.

Estudo realizado com sucos de maçã de diferentes origens, mostrou que dos vinte e três descritores de odor apenas três descritores variaram significativamente entre as origens geográficas (GUO et al., 2020). Assim como na presente pesquisa onde cinco dos nove descritores de aroma demonstraram diferenças, sendo que, não houve destaque de nenhuma mesorregião em relação as demais de maneira unanime.

Calvo et al., (2021), avaliaram as características sensoriais de cacaos de três departamentos da Colômbia, para descritores de aroma poucos obtiveram diferença significativa utilizando ($p < 0,02$) e ($p \leq 0,01$).

A Tabela 8 apresenta as médias por mesorregião dos atributos sensoriais de sabor, obtidos na ADQ, assim como, os resultados do teste de Tukey.

Tabela 8. Resultados médios dos atributos sensoriais de sabor por mesorregião.

MESORREGIÃO	SABORES									
	Cacau	Acidez	Doce	Frutado	Floral	Especiarias	Madeira	Fumaça	Adstringência	Amargo
Baixo Tocantins	3,88±0,67 ^a	2,25±0,43 ^a	2,42±0,67 ^a	2,40±0,39 ^a	1,92±0,53 ^{ab}	1,72±0,16 ^a	2,00±0,23 ^a	0,88±0,29 ^a	3,79±0,59 ^a	4,73±0,41 ^a
Nordeste	4,39±0,27 ^a	3,18±0,45 ^a	2,94±0,23 ^a	3,07±0,53 ^a	2,14±0,31 ^{ab}	1,75±0,09 ^a	2,21±0,23 ^a	1,03±0,09 ^a	3,85±0,28 ^a	4,06±0,12 ^a
Sudeste	4,36±0,13 ^a	3,49±1,24 ^a	2,58±0,23 ^a	2,88±0,38 ^a	2,35±0,08 ^b	1,71±0,26 ^a	1,84±0,37 ^a	0,94±0,46 ^a	4,09±0,58 ^a	3,97±0,40 ^a
Oeste	4,10±0,42 ^a	2,81±0,84 ^a	2,16±0,34 ^a	2,23±0,36 ^a	1,79±0,36 ^{ab}	1,01±0,17 ^b	1,35±0,22 ^b	0,87±0,31 ^a	3,68±0,36 ^a	4,11±0,46 ^a
Transamazônica	3,88±0,28 ^a	2,58±0,59 ^a	2,50±0,44 ^a	2,42±0,53 ^a	1,66±0,28 ^a	1,16±0,19 ^b	1,38±0,17 ^b	0,92±0,19 ^a	3,86±0,49 ^a	4,23±0,50 ^a

Resultados expressos por meio da média ± desvio padrão. Médias com letras em comum, em uma mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para os dez descritores de sabor levantados pela equipe sensorial, apenas três apresentaram diferença entre as mesorregiões (Tabela 8), Sudeste obteve a maior média para o descritor floral diferindo significativamente da mesorregião Transamazônica com a menor média. Baixo Tocantins, Nordeste e Sudeste apresentaram amêndoas com mais sabor de especiaria e madeira que as mesorregiões Oeste e Transamazônica diferindo de maneira significativa.

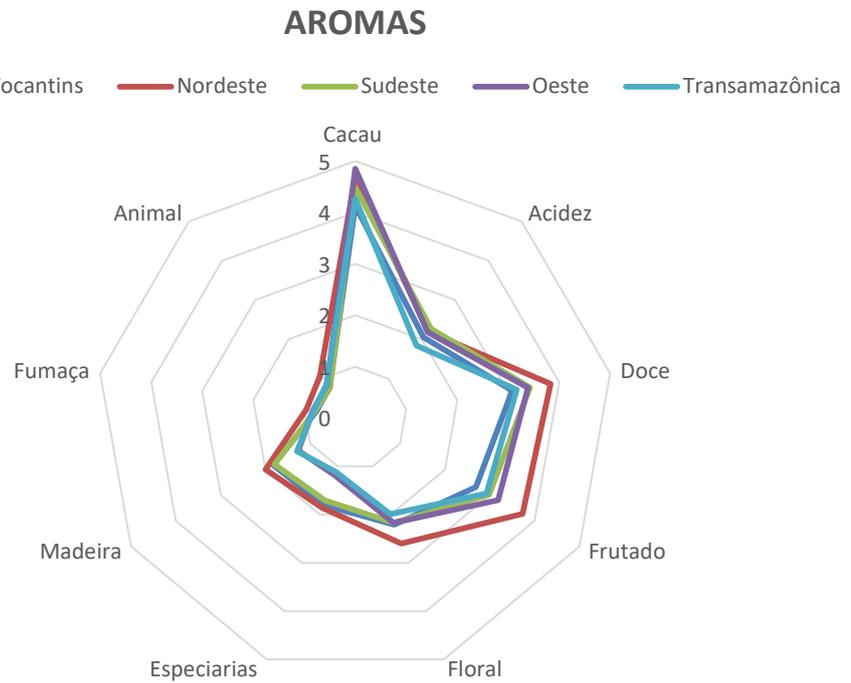
A intensidade do sabor acidez identificada pelo painel de provadores tem relação com os resultados obtidos da caracterização química (Tabela 5) onde a mesorregião do Baixo Tocantins, apresenta menor acidez, assim como na avaliação sensorial. Os resultados obtidos no descritor adstringência não demonstram coerência com os resultados da avaliação química.

Para o descritor amargor, os resultados obtidos pelo painel são coerentes com os dados químicos, visto que as mesorregiões do Baixo Tocantins e Sudeste apresentam maior e menor teor de compostos fenólicos totais (Tabela 6), respectivamente, composto que está diretamente ligado ao descritor amargor, consequentemente as amêndoas do Baixo Tocantins são as mais amargas e às de Sudeste menos amargas.

Sukha, Umaharan e Butler, (2017), sugeriram em estudo realizado com cacaus de Trinidad que a plantação de cacau pode seguir o conceito de “*terroir*”, onde os fatores ambientais e as práticas de processamento contribuem para as características únicas de produtos do cacau, no entanto as amêndoas de cacau da safra 2019 das mesorregiões paraenses apresentaram pequenas variações nos descritores.

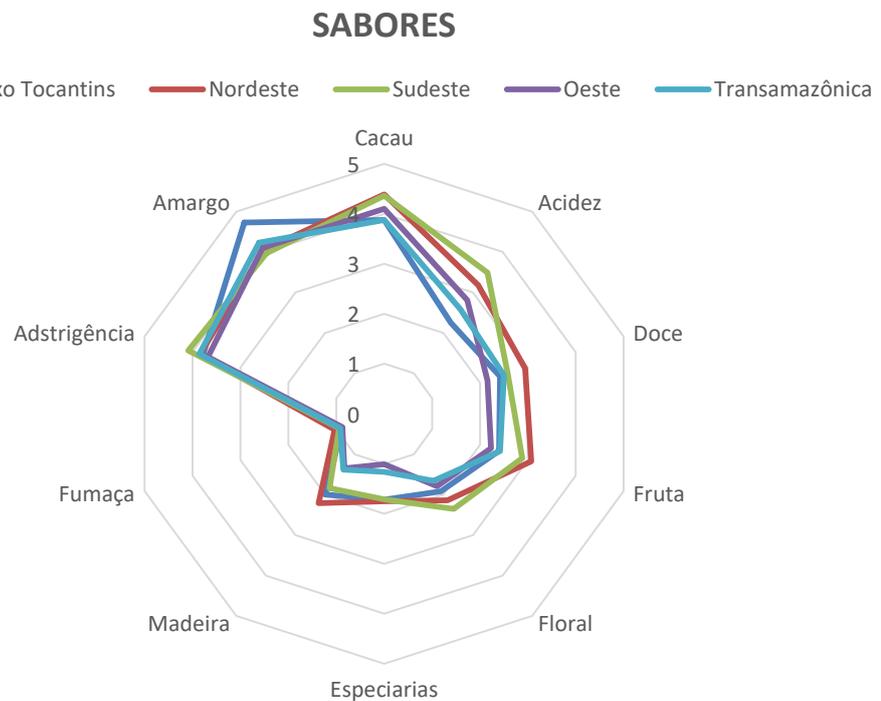
As Figuras 1 e 2 apresentam os perfis sensoriais de aroma e sabor respectivamente, correspondente aos dados da Tabela 7 e 8, obtidos para as amostras das cinco mesorregiões, expressos graficamente, segundo os resultados da Análise Descritiva Quantitativa. O ponto zero na escala é o centro, e a intensidade aumenta para as extremidades do eixo. A média de cada atributo para cada produto é marcada no eixo correspondente.

Figura 1. Perfil sensorial de aroma das amêndoas de cacau das cinco mesorregiões amazônicas.



Fonte: Autor (2021).

Figura 2. Perfil sensorial de sabor das amêndoas de cacau das cinco mesorregiões amazônicas.



Fonte: Autor (2021)

Independentemente da mesorregião produtora, características edafoclimáticas, das práticas de processamento e origem genética dos frutos da safra de 2019, as amêndoas de cacau apresentaram um perfil sensorial semelhante com pequenas diferenças (Figura 1 e 2). Badmos et al., (2020), realizaram estudo análogo, no entanto, para classificação de cafés torrados brasileiros de diferentes origens geográficas, onde foi constatado que os cafés de diferentes estados eram similares a nível sensorial.

Para verificar a possibilidade de formação de agrupamentos das amostras de acordo com suas similaridades e diferenças (Figura 3 e 4), foi realizada Análise de Componentes Principais com os dados de perfil sensorial.

Figura 3. Análise de Componentes Principais dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para aromas, apresentado pelo gráfico de escores.

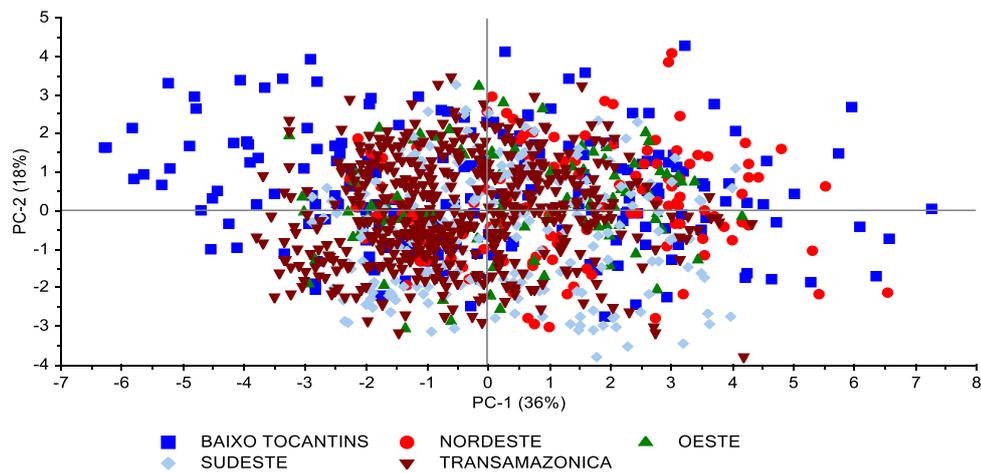
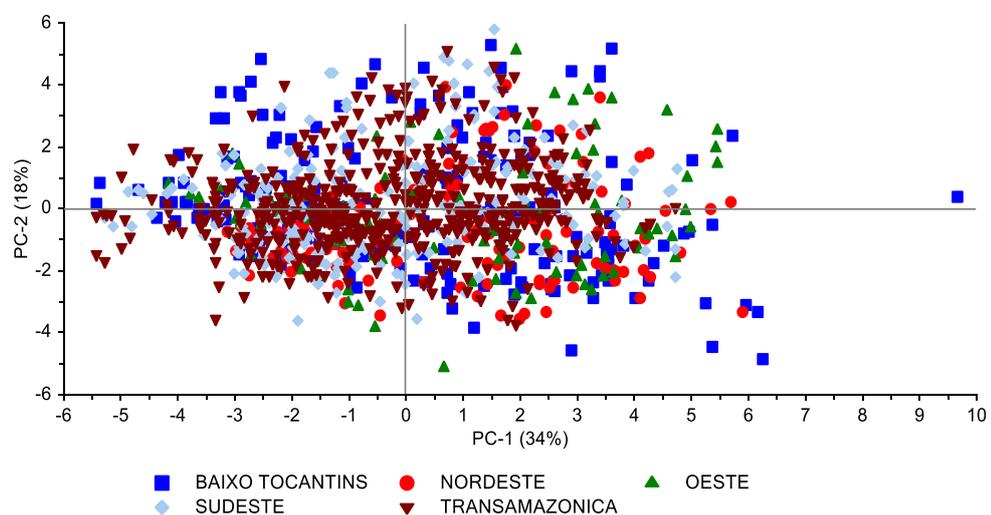


Figura 4. Análise de Componentes Principais dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para sabores, apresentado pelo gráfico de escores.



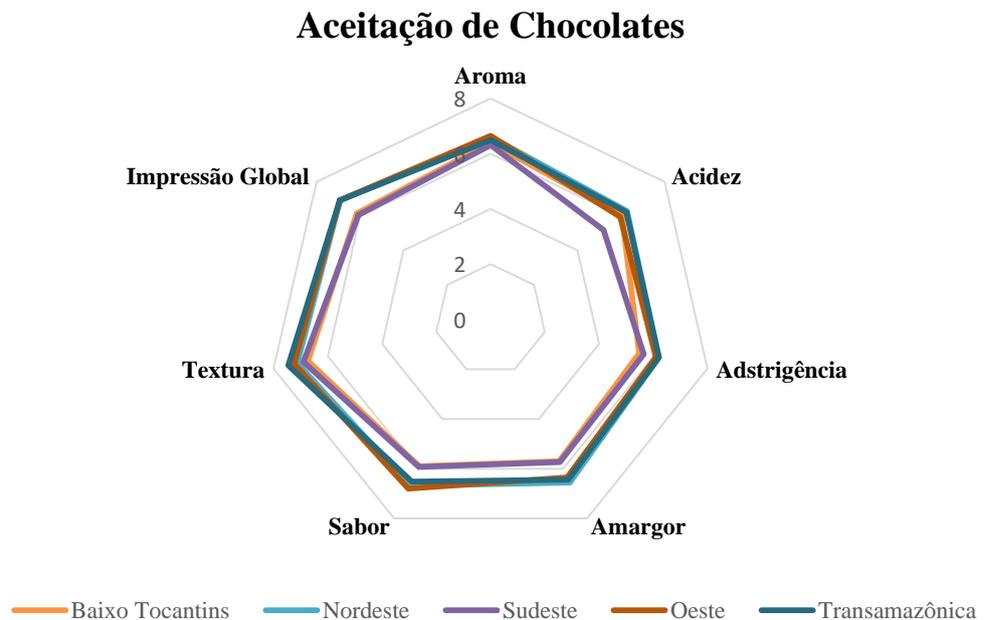
As Figuras 3 e 4, revelam a contribuição relativa de cada variável em cada PC. Observa-se que na Figura 3, o PC1 e PC2 explicaram 54% da variância dos dados, enquanto na Figura 4, o PC1 e PC2 explicaram 52% da variância dos dados. Em ambas não foi formado nenhum cluster, portanto não sendo possível distinguir as proveniências das amostras. Os descritores também foram avaliados por meio de PCA individualmente, no entanto, não houve formação de cluster para os aromas e nem sabores.

Os grãos de cacau de melhor qualidade e de origem reconhecida, são mais caros, a capacidade de identificar sua real proveniência geográfica é desejável para consumidores, produtores, indústrias e autoridades. As amêndoas de cacau das cinco mesorregiões produtoras no Estado do Pará apresentam perfil sensorial bastante semelhante, para a safra de 2019 que foi avaliada, isso pode ser visto como um ponto positivo, pois independente da mesorregião o Pará apresenta um único perfil, no entanto, mudanças entre safras pode ocorrer devido fatores ambientais bem como mudanças de processamento.

3.5 TESTE DE ACEITAÇÃO

Com os dados obtidos no teste de aceitação das cinco amostras de chocolate, foi gerado o gráfico (Figura 5) que apresenta a preferência dos provadores.

Figura 5. Gráfico referente ao teste de aceitação dos chocolates das mesorregiões amazônicas.



Fonte: Autor (2021).

Os chocolates das mesorregiões não apresentaram médias de aceitação muito distantes, a mesorregião do Baixo Tocantins e Sudeste obtiveram os menores valores de aceitação na maioria dos atributos avaliados, inclusive, os pontos entre essas duas

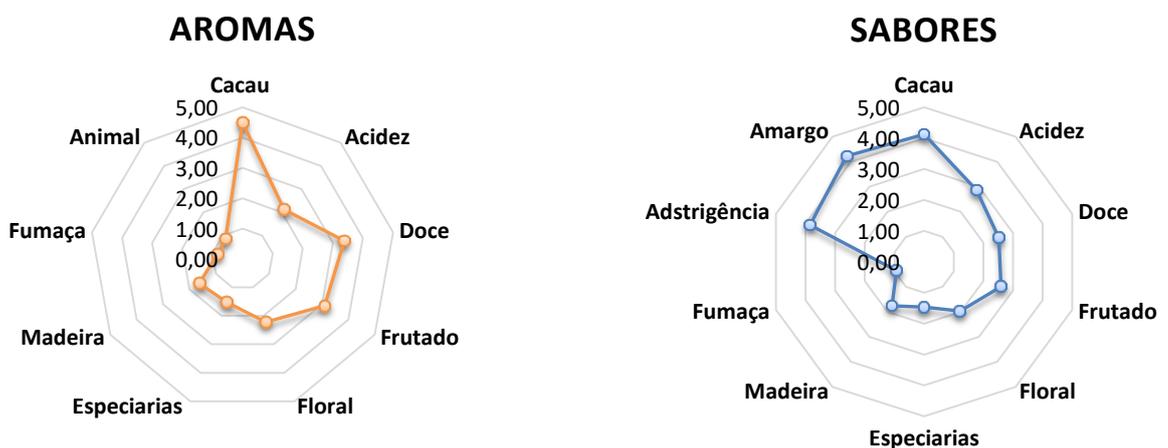
mesorregiões se sobrepõem, demonstrando aceitação semelhante. Nordeste, Oeste, e Transamazônica apresentaram maior índice de aceitação na maioria dos atributos avaliados, no entanto a mesorregião de transamazônica obteve uma melhor aceitação, que pode estar diretamente ligada ao tempo de fermentação (Tabela 4) onde as amêndoas do chocolate produzido obtiveram maior tempo de fermentação.

As amostras de chocolate no geral obtiveram uma aceitação baixa apenas no atributo textura que a média alcançou 7 para alguns chocolates. Perez et al, (2020) afirmam que o chocolate amargo ainda é significativamente menos popular do que o chocolate ao leite, apesar de todo o apelo em relação aos vários benefícios à saúde do chocolate com altas porcentagens de cacau.

3.6 PERFIL DAS AMÊNDOAS DE CACAU AMAZÔNICO

A Figura 6 apresenta os perfis sensoriais de aroma e sabor das amêndoas de cacau do Estado do Pará, correspondente a média dos resultados das cinco mesorregiões avaliadas, expressos graficamente. O ponto zero na escala é o centro, e a intensidade aumenta para as extremidades do eixo. A média de cada atributo para cada produto é marcada no eixo correspondente.

Figura 6. Perfil sensorial de aroma e sabor das amêndoas de cacau amazônico.



Fonte: Autor (2021).

Dentre os aromas das amêndoas de cacau amazônico, pode-se observar (Figura 6) que cacau, doce e frutado obtiveram as maiores médias, já para atributos de sabor, amargor, adstringência e cacau estão mais presentes nas amêndoas, isso pode ocorrer por serem

características muito intensas de sabor e podem mascarar outras características como florais e frutadas.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os questionários e avaliação física das amêndoas de cacau pela prova de corte permitiu concluir que não há um padrão em relação ao beneficiamento, porém todas as amostras das cinco mesorregiões avaliadas apresentam padrão comercial satisfatório de acordo com a legislação.

As amêndoas de cacau utilizadas neste estudo apresentaram diferenças quanto à composição química, principalmente em relação ao pH, acidez e teores de proantocianinas e adstringência.

A Análise Descritiva Quantitativa permitiu a diferenciação entre alguns atributos avaliados nas amêndoas de diferentes mesorregiões. Entretanto foram poucas as diferenças apresentando bastante similaridades. Os perfis sensoriais foram bastante próximos. Foi verificado que os parâmetros de pós-colheita e/ou processamento não teve influência nos atributos de qualidade das amêndoas de cacau.

Quanto ao teste de aceitação dos chocolates produzidos, verificou-se maior aceitabilidade dos chocolates das mesorregiões Transamazônica e Nordeste. Assim, constatou-se forte influência dos atributos acidez, amargor, adstringência e sabor sobre a aceitação global.

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 13299: **Análise sensorial - Metodologia - Orientação Geral para o estabelecimento de um perfil sensorial**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 50 p.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 8586: **Análise Sensorial - Guia geral para a seleção treinamento e monitoramento de avaliadores selecionados e de especialistas ou experts**. 3 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 33 p.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 5496: **Análise sensorial - metodologia - Iniciação e treinamento de avaliadores para a detecção e reconhecimento de odores**. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 19 p.

AFOAKWA, E. O; BUDU, A. S; MENSAH-BROWN, H; TAKRAMA, J. F; AKOMANYI, E. Changes in biochemical and physico-chemical qualities during drying of pulp preconditioned and fermented cocoa (*Theobroma cacao*) beans. **Journal of Nutritional Health & Food Science**, v. 2, n. 3, p. 1-8, 2014.

AKOA, S. P; PIERRE, E. O; JUDE, M. N; MARTINE, L. O; PIERRE, F. D. Impact of pollen genetic origin on compatibility, agronomic traits, and physicochemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans. **Scientia Horticulturae**, v. 287, p. 110278, 2021.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18ed., 2005.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008. Regulamento Técnico da Amêndoa de Cacau. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 1 nov. 2020.

BADMOS, S; FU, M; GRANATO, D; KUHNERT, N. Classification of Brazilian roasted coffees from different geographical origins and farming practices based on chlorogenic acid profiles. **Food Research International**, [S.L.], v. 134, p. 109218, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109218>.

CASTILLO, M. M. Suspended sediment, nutrients, and chlorophyll in tropical floodplain lakes with different patterns of hydrological connectivity. **Limnologia**, [S.L.], v. 82, p. 125767, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2020.125767>.

CALVO, A. M.; BOTINA, B. L.; GARCÍA, M. C.; CARDONA, W. A.; MONTENEGRO, A. C.; CRIOLLO, J. Dynamics of cocoa fermentation and its effect on quality. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-15, 18 ago. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-95703-2>.

COUNET, C.; COLLIN, S. Effect of the number of flavanol units on the antioxidant activity of procyanidin fractions isolated from chocolate. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, p.6816–6822. 2003.

CUBERO, E.M; ENRIQUEZ, G.A; HERNANDEZ, A; RODRIGUEZ, T. Efecto del genótipo sobre el proceso de fermentación de cacao. Proceedings of 11th International Cocoa Research Conference, Yamoussoukro, Côte D'Ivoire, p. 729-740, 1993.

DANG, Y. K. T.; NGUYEN, H. V. H.. Effects of Maturity at Harvest and Fermentation Conditions on Bioactive Compounds of Cocoa Beans. **Plant Foods For Human Nutrition**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 54-60, 27 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-018-0700-3>

DELGADO-OSPINA, J; MATTIA, C. D; PAPARELLA, A; MASTROCOLA, D; MARTUSCELLI, M; CHAVES-LOPEZ, C. Effect of Fermentation, Drying and Roasting on Biogenic Amines and Other Biocompounds in Colombian Criollo Cocoa Beans and Shells. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 520, 21 abr. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/foods9040520>.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

FCC - Federation of Cocoa Commerce Ltd. FCC Quality Rules. 2012. 30p. Disponível em: <https://www.icco.org/faq/59-fermentation-a-drying/108-how-is-the-quality-of-cocoa-checked-by-hand-by-machine.html>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FERREIRA, A. C. R. **Indicação de Procedência Sul da Bahia - Manual de controle da Qualidade do Cacau Sul da Bahia**. Editora: PTCSB, Ilhéus-BA, 2017.

GONÇALVES, C. G. **Avaliação do impacto da fermentação, secagem e torração sobre o perfil dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de sementes de cacau (theobroma cacao var. Forasteiro) produzidos no estado do Pará**. 2016. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

GUO, J; YUE, T; YUAN, Y; SUN, N; LIU, P. Characterization of volatile and sensory profiles of apple juices to trace fruit origins and investigation of the relationship between the aroma properties and volatile constituents. **Lwt-food Science and technology** [S.L.], v. 124, p. 109203, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109203>.

HERMAN, C; SPREUTELS, L; TUROMZSA, N; KONAGANO, E. M; HAUT, B. Convective drying of fermented Amazonian cocoa beans (Theobroma cacao var. Forasteiro). Experiments and mathematical modeling. **Food And Bioproducts Processing**, [S.L.], v. 108, p. 81-94, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2018.01.002>.

PEREZ M, LOPEZ-YERENA A, VALLVERDÚ-QUERALT A. Traceability, authenticity and sustainability of cocoa and chocolate products: a challenge for the chocolate industry. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. [S.L.], p. 1-15. 2020.

HORNE J, HAYES J, LAWLESS H.T. Turbidity as a measure of salivary proteins reactions with astringent substances. **Chemical Senses**, 27:653–659: 2002.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed., v.1, São Paulo: IMESP, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Agrícola**. 2021.

Disponível:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/15/11895?indicador=11897&tipo=ranking> Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

ISO - International Organization For Standardization. Cocoa beans - Specification ISO 2451, 2014.

JOHN, W. A.; BÖTTCHER, N. L.; AßKAMP, M.; BERGOUNHOU, A.; KUMARI, N.; HO, P.; D'SOUZA, R. N.; NEVOIGT, E.; ULLRICH, M. S.. Forcing fermentation: profiling proteins, peptides and polyphenols in lab-scale cocoa bean fermentation. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 278, p. 786-794, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.108>.

JULKUNEN-TIITTO, R. Phenolic constituents in the leaves of Northern Willows: methods for the analysis of certain phenolics. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 33: 213-217, 1985.

MATTIA, C.; MARTUSCELLI, M.; SACCHETTI, G.; SCHEIRLINCK, I.; BEHEYDT, B.; MASTROCOLA, D.; PITTIA, P. Effect of Fermentation and Drying on Procyanidins, Antiradical Activity and Reducing Properties of Cocoa Beans. **Food And Bioprocess Technology**, [S.L.], v. 6, n. 12, p. 3420-3432, 30 dez. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-012-1028-x>.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

MELO, T.S., PIRES, T.C., ENGELMANN, J.V.P; MONTEIRO, A. L.O; MACIEL, L.F; BISPO, E. S. Evaluation of the content of bioactive compounds in cocoa beans during the fermentation process. **J Food Sci Technol** 58, 1947–1957 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04706-w>.

PAPALEXANDRATOU, Z; KAASIK, K; KAUFFMANN, L. Vi; SKORSTENGAARD, A; BOUILLON, G; ESPENSEN, J. L; HANSEN, L.H; JAKOBSEN, R. R; BLENNOW, A; KRYCH, L. Linking cocoa varieties and microbial diversity of Nicaraguan fine cocoa bean fermentations and their impact on final cocoa quality appreciation. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.L.], v. 304, p. 106-118, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.05.012>.

PETTIT, N. E; BAYLISS, P; DAVIES, P.M; HAMILTON, S. K; WARFE, D.M; BUNN, S.E; DOUGLAS, M.M. Seasonal contrasts in carbon resources and ecological processes on a tropical floodplain. *Freshwater biology*, v. 56, n. 6, p. 1047-1064, 2011.

PITT, J. I; Hocking, A. D. *Fungi and food spoilage*. New York: Springer, 2009.

RIBEIRO, M.S.S; FREITAS, S. O.; CASTRO, I.M.; TEIXEIRA, A.; MARQUES S. S. H; SALES, M. A. C. S; ABREU, L.F.; SOUSA, C.L. Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid against *Aspergillus nomius* in Brazil nuts. **Food Microbiology**, [S.L.], v. 90, p. 103449, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2020.103449>.

RODRIGUEZ-CAMPOS, J.; ESCALONA-BUENDÍA, H.B.; OROZCO-AVILA, I.; LUGO-CERVANTES, E.; JARAMILLO-FLORES, M.e.. Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components analysis. **Food Research International**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 250-258, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.028>.

ROTTIERS, H; SOSA, D. A. T; WINNIE, A; RUALES, J; CLIPPELLER, J; LEERSNYDER, I; WEVER, J; EVERAERT, H; MESSENS, K; DEWETTINCK, K. Dynamics of volatile compounds and flavor precursors during spontaneous fermentation of fine flavor Trinitario cocoa beans. **European Food Research And Technology**, [s.l.], v. 245, n. 9, p.1917-1937, 5 jun. 2019.

SANTANA, C. de S; PEREIRA, I. de O; FERREIRA, A. C. R; SILVA, A. V; SANTOS, L. S. Influência do período de colheita na qualidade do cacau da Indicação Geográfica Sul da Bahia. **Brazilian Journal Of Development**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 8295-8306, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n2-221>

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic**, 1965.

STONE, H; SIDEL, J. L. O papel da avaliação sensorial na indústria de alimentos. **Qualidade e preferência alimentar**. v. 4, n. 1-2, p. 65-73, 1993.

SUKHA, D. A; UMAHARAN, P; BUTLER, D. R. **Evidence for applying the concept of “Terroir” in cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour and quality attributes**. In: International Symposium on Cocoa Research (ISCR), International Cocoa Organization, Lima, Peru. 2017.

VIEIRA, L. R; EFRAIM, P; WALLE, D. V; CLERCQ, N; DEWETTINCK, K. Influence of Brazilian Geographic Region and Organic Agriculture on the Composition and Crystallization Properties of Cocoa Butter. **Journal Of The American Oil Chemists' Society**, [s.l.], v. 92, n. 11-12, p.1579-1592, 26 out. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES

Questionário para recrutamento de provadores

Estamos selecionando voluntários para compor nosso quadro de provadores treinados do Laboratório Sensorial do Cacau do Centro de Valorização Agroalimentar de Compostos Bioativos da Amazônia (CVACBA) localizado na Universidade Federal do Pará (UFPA). Inicialmente, as pessoas selecionadas receberão treinamento para participar da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de nibs de cacau das regiões produtoras do Estado do Pará estudo a ser realizado pelo aluno Renato Meireles dos Santos em sua Dissertação de Mestrado.

Ficaremos honrados em tê-lo (a) como colaborador (a) da nossa pesquisa. Ser um provador não exigirá de você nenhuma habilidade especial, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A equipe de provadores se reunirá uma vez por semana, no máximo, por um período de 50 minutos, durante os próximos meses, até que se obtenha provadores devidamente treinados.

Nome: _____

E-mail: _____ N° p/ contato: _____

Sexo: F () M ()

Faixa etária: 18-20 () 21-25 () 26-30 () 31-35 () 36-40 () 41-45 ()

46-50 () acima de 50 ()

Você é fumante?

Sim ()

Não ()

Você utiliza aparelho ortodôntico ou dentadura?

Sim ()

Não ()

Realiza uso contínuo de algum tipo de medicamento?

Sim ()

Não ()

Utiliza algum tipo de medicamento que comprometa sua percepção de sons, cores, texturas manual e/ou oral, odores, aromas, gostos e sabores?

Sim ()

Não ()

Indique em qual das condições abaixo você se enquadra.

Escolha quantas opções julgar necessário

Diabete ()

Hipoglicemia ()

Hipertensão ()

Hipotensão ()

Doença celíaca ()

Intolerância à lactose ()

Sensibilidade ao corante tartarazina (INS 102) ()

Hipercolesterolemia ()

Doenças bucais ()

Resfriados constantes ()

Nenhuma ()

Outros ()

Você possui algum tipo de condição que comprometa suas percepções de visão, tato, olfato, paladar e/ou audição?

Sim ()

Não ()

Indique qual dos alimentos listados abaixo você é alérgico.

Escolha quantas opções julgar necessário.

Trigo, centeio, cevada, aveia e suas estirpes hibridizadas ()

Crustáceos ()

Ovos ()

Peixes ()

Amendoim ()

Soja ()

Leites de todas as espécies de animais mamíferos ()

Amêndoa (*Prunus dulcis*, sin.: *Prunus amygdalus*, *Amygdalus communis* L.) ()

Avelãs (*Corylus* spp.) ()

Castanha-de-caju (*Anacardium occidentale*) ()

Castanha-do-brasil ou castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) ()

Macadâmias (*Macadamia* spp.) ()

Nozes (*Juglans* spp.) ()

Pecãs (*Carya* spp.) ()

Pistaches (*Pistacia* spp.) ()

Pinoli (*Pinus* spp.) ()

Castanhas (*Castanea* spp.) ()

Látex natural ()

Nenhum ()

Outros ()

Você gosta de chocolate amargo?

Sim ()

Não ()

Você já participou de algum tipo de análise sensorial de alimentos?

Sim ()

Não ()

Você estaria disposto a participar voluntariamente de análises sensoriais de derivados do cacau (chocolate amargo, nibs, manteiga, pó, líquido, outros)?

Sim ()

Não ()

Qual sua disponibilidade de horário?

Período Matutino ()

Período Vespertino ()

Nenhum ()

Quais dias semana você possui disponibilidade?

Escolha quantas opções julgar necessário

Segunda-feira ()

Terça-Feira ()

Quarta-feira ()

Quinta-feira ()

Sexta-feira ()

Nenhum ()

NOME: _____ DATA: ___/___/___

Você está recebendo amostras codificadas de nibs de cacau. Por favor, avalie a amostra e indique a intensidade de aromas e gostos/sabores/sensações através de um traço na vertical na linha de escala hedônica. Amostras: _____.

AROMA		SABOR	
 (-) Cacau	 (+) Cacau	 (-) Cacau	 (+) Cacau
 (-) Acidez	 (+) Acidez	 (-) Acidez	 (+) Acidez
 (-) Doce	 (+) Doce	 (-) Doce	 (+) Doce
 (-) Frutado	 (+) Frutado	 (-) Frutado	 (+) Frutado
 (-) Floral	 (+) Floral	 (-) Floral	 (+) Floral
 (-) Especiarias	 (+) Especiarias	 (-) Especiarias	 (+) Especiarias
 (-) Madeira	 (+) Madeira	 (-) Madeira	 (+) Madeira
 (-) Fumaça	 (+) Fumaça	 (-) Fumaça	 (+) Fumaça
 (-) Animal	 (+) Animal	 (-) Adstringência	 (+) Adstringência

APÊNDICE B– FICHA DE ADQ

APÊNDICE C – DESEMPENHO DOS PROVADORES - ADQ

Descritores	Fonte de Variação	Provadores												
		1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	9	13
Cacau (A)	pF _{repetição}	0,9931	0,5100	0,5085	0,5559	0,5149	0,5797	0,6584	0,6901	0,5717	0,0108	0,8960	0,1692	0,4041
	pF _{amostra}	0,0057	0,0028	0,0003	0,2552	0,1557	0,0076	0,0962	0,0001	0,0008	0,0015	0,0007	0,0161	0,3325
Acidez (A)	pF _{repetição}	0,8770	0,6253	0,5742	0,5007	0,5035	0,5291	0,7993	0,7258	0,5945	0,5208	0,9251	0,5599	0,8823
	pF _{amostra}	0,9188	0,4325	0,0464	0,4322	0,0878	0,0674	0,0980	0,0153	0,0072	0,0798	0,9920	0,9971	0,0001
Doce (A)	pF _{repetição}	0,5992	0,7617	0,6599	0,5790	0,5920	0,6189	0,2004	0,2327	0,5234	0,6240	0,9708	0,2437	0,4216
	pF _{amostra}	0,0000	0,0024	0,1797	0,4365	0,0063	0,0031	0,0329	0,0109	0,0536	0,0108	0,0515	0,0071	0,0001
Frutado (A)	pF _{repetição}	0,9753	0,2129	0,6933	0,2414	0,4044	0,0277	0,7822	0,9185	0,5299	0,5572	0,5489	0,7897	0,7447
	pF _{amostra}	0,0002	0,0018	0,4948	0,1751	0,2394	0,0036	0,1939	0,1776	0,0000	0,0281	0,0025	0,0028	0,0000
Flor (A)	pF _{repetição}	0,2979	0,6891	0,5719	0,5944	0,5400	0,5326	0,3559	0,9392	0,5535	0,7511	0,7171	0,4449	0,7611
	pF _{amostra}	0,0094	0,0011	0,0543	0,4473	0,1296	0,0112	0,0370	0,0040	0,0004	0,1366	0,1395	0,0007	0,0000
Esp. (A)	pF _{repetição}	0,7830	0,7588	0,6580	0,5781	0,8059	0,6942	0,8561	0,4482	0,5110	0,5303	0,1786	0,4536	0,2808
	pF _{amostra}	0,1070	0,0000	0,0048	0,2826	0,0781	0,0005	0,0002	0,4195	0,4516	0,1296	0,1052	0,0158	0,0015
Madeira(A)	pF _{repetição}	0,5114	0,5749	0,6513	0,5114	0,4764	0,6718	0,5624	0,2329	0,6034	0,2845	0,5155	0,3930	0,7006
	pF _{amostra}	0,4070	0,0291	0,0000	0,3609	0,2512	0,0558	0,0004	0,0563	0,0010	0,4825	0,2494	0,0003	0,1867
Fumaça(A)	pF _{repetição}	0,8103	0,5096	0,5310	0,8418	0,9191	0,5387	0,6508	0,3682	0,5050	0,1571	0,6474	0,6157	0,8555
	pF _{amostra}	0,0576	0,0000	0,0002	0,4532	0,0535	0,0033	0,0169	0,4269	0,2088	0,2118	0,0144	0,2976	0,6269
Animal (A)	pF _{repetição}	0,2370	0,5096	0,4519	0,7245	0,5460	0,5655	0,7384	0,7665	0,5340	0,9796	0,6018	0,3754	0,4796
	pF _{amostra}	0,0447	0,0000	0,0159	0,0496	0,0342	0,0000	0,0016	0,6476	0,4466	0,0006	0,3437	0,2851	0,0236
Cacau (S)	pF _{repetição}	0,8099	0,6231	0,7082	0,6759	0,5246	0,7475	0,5511	0,5593	0,6064	0,5688	0,8207	0,8048	0,5699
	pF _{amostra}	0,0001	0,0313	0,0163	0,0037	0,7854	0,1385	0,4204	0,0097	0,0476	0,1130	0,0289	0,6690	0,0458
Acidez(S)	pF _{repetição}	0,3214	0,6131	0,8464	0,5778	0,8745	0,6219	0,8927	0,5977	0,1143	0,2318	0,1331	0,5365	0,5870
	pF _{amostra}	0,0659	0,0009	0,0174	0,2649	0,0008	0,2676	0,1477	0,1692	0,0061	0,3955	0,3319	0,2893	0,9986
Doce(S)	pF _{repetição}	0,9351	0,6225	0,9232	0,7529	0,8605	0,9289	0,5295	0,7620	0,5040	0,5161	0,8650	0,5631	0,6557
	pF _{amostra}	0,0235	0,0005	0,0538	0,0304	0,0050	0,2417	0,0035	0,0000	0,0016	0,2376	0,0872	0,0005	0,3341

Fruta(S)	pF _{repetição}	0,8861	0,7536	0,5502	0,4531	0,9388	0,1258	0,7170	0,8533	0,9684	0,3135	0,2660	0,5878	0,5612
	pF _{amostra}	0,0150	0,0003	0,2318	0,3409	0,7262	0,0085	0,0491	0,0078	0,0000	0,0440	0,4035	0,0038	0,1414
Flor(S)	pF _{repetição}	0,7769	0,5078	0,6619	0,8410	0,6354	0,9826	0,6861	0,7330	0,2321	0,6194	0,5616	0,2428	0,0309
	pF _{amostra}	0,1805	0,0490	0,0084	0,4540	0,0751	0,0710	0,0015	0,0159	0,0000	0,3884	0,0054	0,0059	0,0008
Especiaria(S)	pF _{repetição}	0,5075	0,5228	0,7290	0,6682	0,5614	0,2194	0,7072	0,5967	0,1064	0,8808	0,6730	0,4096	0,6201
	pF _{amostra}	0,1656	0,0012	0,0003	0,0999	0,1687	0,0011	0,1238	0,4556	0,4654	0,0026	0,1520	0,0002	0,4584
Madeira(S)	pF _{repetição}	0,6948	0,5353	0,5277	0,5259	0,7496	0,5614	0,9458	0,2366	0,5774	0,6333	0,0746	0,4138	0,9687
	pF _{amostra}	0,0772	0,0013	0,0120	0,3267	0,1529	0,0034	0,0415	0,0002	0,2248	0,0279	0,0524	0,0280	0,2711
Fumaça(S)	pF _{repetição}	0,5705	0,5040	0,3545	0,0309	0,5552	0,5259	0,8473	0,5704	0,1561	0,5278	0,6712	0,5655	0,2290
	pF _{amostra}	0,0064	0,0375	0,0005	0,3776	0,0069	0,0400	0,0337	0,0974	0,0385	0,2206	0,0382	0,0961	0,0607
Adstringência (S)	pF _{repetição}	0,5308	0,7204	0,8081	0,8936	0,3218	0,5232	0,5062	0,6428	0,5259	0,5124	0,5337	0,5764	0,8929
	pF _{amostra}	0,0009	0,0013	0,2986	0,0426	0,0074	0,0318	0,0020	0,1381	0,2772	0,0016	0,0030	0,3740	0,1006
Amargor(S)	pF _{repetição}	0,5483	0,7779	0,5264	0,6182	0,5504	0,5954	0,6827	0,6292	0,2041	0,5595	0,5430	0,7894	0,1438
	pF _{amostra}	0,0147	0,2316	0,0002	0,2044	0,0000	0,0052	0,0007	0,1403	0,0007	0,3064	0,0099	0,0167	0,3193

ANEXOS**ANEXO A - QUESTIONÁRIO DAS AMOSTRAS DE AMÊNDOAS DE CACAU – 2019****IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:**Código:

GERAL

- Nome completo do produtor:
- Localidade/Cidade:
- Contatos:
- Pertence a uma cooperativa ou associação? Qual?

PRÁTICAS AGRÍCOLAS

- Usa fertilizante? () Sim () Não
- Usa pesticida? () Sim () Não

COLHEITA

- Data: ____/____/____
- Idade dos cacauzeiros:
- Variedade predominante: () Comum () Híbrido () Clonal () Misto
- Quem forneceu as sementes de cacau? () CEPLAC () Mudanças próprias () Empresa

INFORMAÇÕES SOBRE QUANDO E COMO FORAM PREPARADAS AS AMOSTRAS DE CACAU

- Fermentadas? () Sim () Não
- Quantos dias de fermentação?
- Tempo entre a colheita e quebra dos frutos (em dias):

- Fermentação realizada em: () caixas de madeira/ “cochos”) () Pilhas () Em sacos () Outros. Se outro, especifique.
- Em quanto tempo houve o primeiro revolvimento?
- Número de revolvimentos durante a fermentação?

INFORMAÇÕES SOBRE A SECAGEM

- Secagem: () Barcaça () Lona plástica () Secador () Outros
- Duração do processo de secagem (dias):

ANEXO B – FICHA DO TESTE DE CORTE

TABELA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CACAU - (TESTE DE CORTE)/ SAFRA 2019.				
Nome do Produtor:		Propriedade:		
Município:		Lote:		
Data do Recebimento:		Código:		
Data da Análise:				
Aroma (Lote):		<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Fumaça <input type="checkbox"/> Sobre-fermentadas <input type="checkbox"/> Outros odores		
Massa de Nibs de 300 amêndoas:				
Quantas amêndoas em 100g:		/ Massa de 100 amêndoas:		
Umidade:				
Coloração	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Média %
Marrom				
Parcialmente marrom				
Violeta				
Branca				
Ardósia				
Defeitos				
Mofado				
Infestado				
Germinando				
Achatada				
Quebradiça				

Compartimentação				
Com				
Sem				
Resultado: Marrom = 65% (Mín) Violeta = 15% (Máx); Defeitos = 1 % (Máx)				
Lote N°:			<input type="checkbox"/> Aceito <input type="checkbox"/> Não Aceito	
Responsável:				

ANEXO C - RECONHECIMENTO DE GOSTOS BÁSICOS**Reconhecimento de gostos básicos**

Nome: _____ Data: ___/___/___

Instruções:

- Você está recebendo 5 amostras, cada uma com um código, e deverá identificar o gosto básico (doce, amargo, salgado, ácido e umami) de cada amostra.
- Beba um pouco de água antes de provar as amostras.
- Para avaliar as amostras, tenha certeza que todas as partes da sua boca foram alcançadas pela solução.

Número da amostra

Identificação

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Obs: Este modelo de ficha será utilizado para concentrações elevadas e baixas.

ANEXO E – TESTE DE INTENSIDADE**Teste de intensidade**

Nome: _____ Data: __/__/__

Instruções:

- Beba um pouco de água antes de provar qualquer amostra.
- Ordenar as amostras de acordo com a intensidade de sabor.

SABOR AMARGO

- Você está recebendo 4 amostras de sabor doce, ordene-as de acordo com a intensidade de sabor.

Menos amargo _____ Mais amargo**SABOR ÁCIDO**

- Você está recebendo 4 amostras de sabor ácido, ordene-as de acordo com a intensidade de sabor.

Menos ácido _____ Mais ácido

ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Implantação de um Laboratório de Análise Sensorial com foco na Valorização da Agricultura Cacaueira do Estado do Pará, através do controle de qualidade sensorial das amêndoas de cacau e seus derivados

Pesquisador: JESUS NAZARENO SILVA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30299419.6.0000.0018

Instituição Proponente: Universidade Federal do Pará

Patrocinador Principal: Universidade Federal do Pará

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.031.506

Apresentação do Projeto:

Apesar do carro chefe da agroindústria paraense ainda ser o setor agropecuário, nos últimos anos está havendo uma estabilização do volume de produção/comercialização deste setor, em detrimento ao crescimento do setor de fruticultura, o qual não apenas vem ganhando mercado como também vem se estruturando cada vez mais como fonte de renda na economia do Estado. Neste contexto, destaca-se a produção de cacau (*Theobroma cacao* L.), uma planta originária do continente americano, provavelmente das bacias dos rios Amazonas e Orenoco, de onde se espalhou por toda região e onde ainda se encontram algumas espécies nativas. O cacau é considerado um produto de alto valor econômico no mundo, e no Brasil (6º posição no ranking dos produtores mundiais), o Estado do Pará apresentou-se em 2016 como o maior produtor nacional. Atualmente, o principal desafio da produção cacaueira no Pará é a obtenção de amêndoas e derivados de cacau de qualidade sensorial e funcional padronizada, que possam ser utilizadas no processo de produção de chocolates finos, para atender ao mercado nacional e internacional. Embora apresente polpa mucilaginosa, de sabor agradável, que pode ser utilizada na produção de sucos e geleias, a principal utilização do cacau na indústria de alimentos é para fabricação de produtos semi- e manufaturados, a exemplo do licor de cacau, cacau em pó e do chocolate. O CVACBA desenvolve pesquisas desde 2009 para otimizar etapas de pré-beneficiamento das amêndoas, como a fermentação, secagem e a torração, para induzir uma

	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE	
	Universidade Federal do Pará – UFPA	
	Centro de Valorização Agroalimentar de Compostos Bioativos da Amazônia – CVACBA	

Participação no estudo

Você está sendo convidado a participar de um estudo denominado *“Implantação de um Laboratório de Análise Sensorial com foco na Valorização da Agricultura Cacauera do Estado do Pará, através do controle de qualidade sensorial das amêndoas de cacau e seus derivados”*. Este estudo tem como objetivo principal desenvolver e avaliar produtos derivados do cacau produzido no Estado do Pará, através de análises sensoriais (testes utilizando os sentidos do corpo: visão, audição, paladar, olfato e tato para avaliar um alimento) e de propriedades funcionais (substâncias com papel metabólico ou fisiológico, auxiliando no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções do corpo) levando assim a possibilidade de fabricação de chocolates e derivados com propriedades funcionais comprovadas e aceitos sensorialmente pelos consumidores.

A sua participação no referido estudo será no sentido de avaliar os atributos sensoriais (aparência; odor e aroma; textura oral e manual; sabor e gosto; sons) de produtos derivados de cacau através dos sentidos do corpo (visão, audição, paladar, olfato e tato) por meio de metodologias sensoriais específicas como teste afetivo (teste onde o julgador atribui nota ao produto cujo objetivo é avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto e/ou a preferência do consumidor entre dois ou mais produtos), teste discriminativo (teste onde o julgador irá avaliar se há diferença entre dois ou mais produtos) e testes descritivos (teste onde o julgador identificará e medirá diversas características sensoriais como cor, sabor, aroma e textura). Inicialmente, as pessoas selecionadas receberão treinamento para participar da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de nibs de cacau das regiões produtoras do Estado do Pará, também serão submetidas a Teste de aceitação e Teste de preferência. Este estudo será realizado pelo aluno Renato Meireles dos Santos em sua Dissertação de Mestrado.

ANEXO G– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO – TCLE

Autonomia

Você poderá desistir de participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação. Poderei manter contato com o coordenador da pesquisa, **Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva de Souza**, pelo telefone (91) 3201-7456.

Em caso de qualquer tipo de denúncia sobre este estudo entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP/ICS/UFPA) através do telefone (91) 3201-7735; e-mail: cepccs@ufpa.br e/ou no endereço: Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Complexo de Sala de Aula da Faculdade de Enfermagem, Sala 13, Campus Universitário, Bairro: Guamá, CEP: 66 075-110

Ressarcimento e Indenização

Sua participação é voluntária, o que significa que você não poderá ser pago, de nenhuma maneira, por participar desta pesquisa. De igual forma, a participação na pesquisa não implica em gastos a você. No entanto, caso surja alguma despesa relacionada a danos à sua saúde decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento com recursos do projeto através de transferência bancária, cheque e/ou depósito em conta. Caso necessário, você será devidamente indenizado conforme determina a lei.

Após ter sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, assinie o termo abaixo:

Eu, _____, concordo em participar, voluntariamente da pesquisa intitulada **“Implantação de um Laboratório de Análise Sensorial com foco na Valorização da Agricultura Cacaueira do Estado do Pará, através do controle de qualidade sensorial das amêndoas de cacau e seus derivados”**.

Belém, _____ de _____ de 20____

Nome e assinatura do sujeito da pesquisa

Nome(s) e assinatura(s) do(s) pesquisador(es) responsável(responsáveis)

ANEXO H – TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL

Teste de Aceitação Sensorial

Nome: _____ Data: ____/____/____

Sexo: () Feminino () Masculino Idade _____

Você está recebendo amostras de *nibs*. Prove a amostra e utilize a escala abaixo para expressar o quanto você gostou ou desgostou.

- 1 – Desgostei muitíssimo
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei moderadamente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 7 – Gostei moderadamente
- 8 – Gostei muito
- 9 – Gostei muitíssimo

Para a amostra coloque a nota para cada atributo conforme a escala aci

Amostras	*****	*****
Aparência		
Aroma		
Sabor		
Textura		

