



UNICAMP

ADRIANA REIS DE ANDRADE SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE AMÊNDOAS E CHOCOLATE DE
DIFERENTES VARIEDADES DE CACAU VISANDO A MELHORIA
DA QUALIDADE TECNOLÓGICA**

CAMPINAS
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ADRIANA REIS DE ANDRADE SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE AMÊNDOAS E CHOCOLATE DE
DIFERENTES VARIEDADES DE CACAU VISANDO A MELHORIA
DA QUALIDADE TECNOLÓGICA**

Orientadora: Profa. Dra. Priscilla Efrain

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestra em Tecnologia de Alimentos.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA ADRIANA REIS DE ANDRADE SILVA
E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. PRISCILLA EFRAIM.

Assinatura da Orientadora:

CAMPINAS
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

Si38c Silva, Adriana Reis de Andrade Silva
Caracterização de amêndoas e chocolate de diferentes variedades de cacau visando a melhoria da qualidade tecnológica / Adriana Reis de Andrade Silva. -- Campinas, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Priscilla Efraim.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Cacau. 2. Chocolate. 3. Análise Sensorial. 4. Variedade. 5. Qualidade. I. Efraim, Priscilla. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Characterization of almonds and chocolate of different varieties of cocoa aiming the improvement of technological quality

Palavras-chave em Inglês:

Cocoa

Chocolate

Sensory Analysis

Variety

Quality

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestra em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Priscilla Efraim [Orientador]

Aline de Oliveira Garcia

Denise Calil Pereira Jardim

Data da defesa: 05-04-2013

Programa de Pós Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Priscilla Efraim
Universidade Estadual de Campinas
Orientadora

Dra. Aline de Oliveira Garcia
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Membro Titular

Dra. Denise Calil Pereira Jardim
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Membro Titular

Profa. Dra. Helena Maria André Bolini
Universidade Estadual de Campinas
Membro Suplente

Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa Garcia
Universidade Estadual de Campinas
Membro Suplente

“Lança o teu pão sobre as águas, porque depois de muitos dias o acharás. Reparte com sete, e ainda até com oito, porque não sabes o que haverá sobre a terra”.

Eclesiastes 11:1-2

Dedico este trabalho aos meus pais, Sônia e Reis que me ensinaram a andar, falar, ouvir, comer, sorrir, sonhar, amar e me protegeram quando eu não podia e não sabia me defender.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me direcionar durante este trabalho e por poder dizer até aqui me ajudou o Senhor.

Aos meus pais, Sônia e Reis, por todo amor, educação e por tudo que vocês renunciaram. À minha irmã, Jessicka, por todo amor e admiração. Aos meus parentes por todo pensamento positivo.

Ao meu namorado Julio por todo amor, companheirismo, ajuda emocional e técnica durante a realização deste trabalho.

À profa. Dra. Priscilla Efraim pela atenciosa orientação, paciência, exemplo de profissionalismo e ética, sua simplicidade e sabedoria são encantadoras.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

À empresa Jaf Inox pela concessão de equipamentos e à fazenda M. Libânio pelo fornecimento das amêndoas de cacau das diferentes variedades.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) pela ajuda e apoio técnico durante a realização deste trabalho.

À profa. Ms. Danielle por toda ajuda nos primeiros meses em Campinas e por todo incentivo antes e durante esta jornada. E também ao IFGoiano - Urutaí onde me formei na graduação.

A todos que me ajudaram no processamento das amostras de chocolates, em especial, Simone e Diana.

Aos alunos de iniciação científica Ana e Felipe por toda ajuda para realização deste trabalho.

Aos meus queridos colegas de pós-graduação.

Aos meus colegas que fizeram parte da equipe de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) por toda dedicação e alegria de fazer parte da equipe e ver o progresso de cada um durante o desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

O Brasil sempre esteve entre os seis maiores produtores de cacau do mundo, mas em função da crise pela qual a cacauicultura brasileira vem passando desde o final da década de 80, os programas de melhoramento genético e os próprios produtores tem procurado selecionar variedades resistentes a pragas e doenças, produtivas e de boa qualidade. No mercado internacional, as amêndoas de cacau são classificadas quanto à qualidade como *bulk* (ou comuns), finas ou especiais/raras. Pelo alto número de variedades disponíveis, torna-se relevante estudar métodos que permitam avaliar a qualidade de tais variedades para o processamento industrial visando a produção de chocolate, principal produto obtido do cacau. O objetivo do trabalho foi processar e avaliar a qualidade de 23 variedades de amêndoas de cacau, colhidas em dois diferentes períodos de safras, por meio de análise sensorial de chocolates (perfil sensorial por Análise Descritiva Quantitativa – ADQ - e Aceitação com consumidores) e análises físicas, químicas e físico-químicas das amêndoas fermentadas e secas e *liquor*. As etapas do processo foram padronizadas em ambas as safras. As amêndoas fermentadas e secas foram torradas e posteriormente quebradas em fragmentos. Os *nibs* foram triturados em liquidificador. A massa foi refinada em moinho de cilindros para a obtenção de *liquor*. Foram produzidos chocolates do tipo amargo (65% de *liquor* de cacau e 35% de açúcar refinado) em lotes de 2 Kg. Na avaliação sensorial dos chocolates da safra I, aqueles que receberam maiores notas para sabor caramelo e gosto doce, obtiveram maiores notas no teste de aceitação realizado por consumidores, e aquelas que receberam notas mais altas na ADQ para os gostos amargo, ácido e sensação adstringente obtiveram menores notas no teste de aceitação. Nas avaliações físicas, químicas e físico-químicas das amêndoas e *liquors* da safra I, as variedades PH 129 e CA 1.4 apresentaram alto teor de amêndoas mal compartimentadas, conforme avaliação pela prova de corte. Todas as amostras estavam com percentual de umidade dentro do recomendado pela legislação brasileira. De maneira geral todas as variedades apresentaram altos

valores de acidez total titulável e baixo a médio pH. Houve diferenças consideráveis na razão teobromina/cafeína e no teor de compostos fenólicos totais determinados no *liquor*, o que pode ter influenciado nas características sensoriais das amostras. Em relação à safra II, os chocolates de algumas variedades foram caracterizadas com sabores distintos da avaliação realizada na safra I, como as amostras FM 31, FA 13, EET 397 e LP 06 as quais foram caracterizadas com gosto ácido, amargo e sensação adstringente na safra II, e as amostras CA 1.4 e PAIN 9316 apresentaram nota de sabor de caramelo na safra II em relação à safra I. Porém, para as demais amostras estudadas, houve pouca diferença no perfil de sabor nas duas safras. Pela análise de cluster realizada com o conjunto das respostas obtidas no teste de aceitação, foi possível agrupar as variedades em 8 grupos distintos, mostrando a capacidade de consumidores de chocolate distinguirem os chocolates das variedades em função do sabor, e que a metodologia utilizada para a avaliação mostrou-se adequada. Os resultados obtidos indicam que a análise sensorial deve ser aplicada como parte de um protocolo de avaliação da qualidade de cacau no Brasil de forma a auxiliar os produtores na escolha das variedades a serem cultivadas e as indústrias quanto às principais características de cada material.

Palavras Chaves: Cacau, Chocolate, Análise Sensorial, Variedade e Qualidade.

ABSTRACT

Brazil has always been among the six largest cocoa producers in the world, but due to the crisis in which the Brazilian cacao production has been going since the late 80s, the genetic improvement programs and the producers have sought to select varieties resistant to pests and diseases, productive and with good quality. In the international market, the cocoa beans are classified for quality as bulk (or common) and fine or special/rare. Due the high number of varieties available, it becomes important to study methods to evaluate the quality of such varieties for industrial processing aiming the production of chocolate, the main product obtained from cocoa. The objective of this work was to process and evaluate the quality of 23 varieties of cocoa beans harvested in two different periods of crops, through sensory analysis of chocolates (sensory profile by Quantitative Descriptive Analysis - QDA - and Acceptance Test with consumers) and physical, chemical and physical-chemical analysis of fermented and dried beans and liquor. The process steps were standardized in both crops. The fermented and dried beans were toasted and subsequently broken into fragments. The nibs are ground in a blender. The mass was refined in a roller mill to obtain the liquor. It were produced bitter chocolates (65% cocoa liquor and 35% sugar) in batches of 2 kg. In sensory analysis of chocolates crop I, those which received higher scores for flavor and caramel sweetness, obtained higher notes acceptance test performed by consumers, and those which received higher scores DQA for bitter and sour tastes and astringent sensation obtained lower notes in acceptance test. In the physical, chemical and physical-chemical analysis of almonds and *liquors* from crop I, varieties PH 129 and CA 1.4 showed high content of unfermented beans, as assessed by cute test. All samples were with moisture percentage within recommended by Brazilian law. Generally, all varieties showed high values for total acidity and low to medium pH. There were considerable differences in the theobromine/caffeine ratio and total phenolic compounds in certain liquor, which may have influenced the sensory characteristics of the samples. Respect to crop II,

the chocolate from some varieties were characterized with distinct flavors the chocolates for crop I, like as the samples FM 31, FA 13, EET 397 and LP 06 which were characterized with sour and bitter taste and astringent sensation crop II, and CA 1.4 and PAIN 9316 samples showed higher note of caramel taste in the crop II the crop I. By cluster analysis performed with the set of responses obtained in acceptance test, it was possible to group the varieties in 8 different groups, showing the ability of chocolate consumers to distinguish chocolate varieties depending on the flavor, and the used methodology for the evaluation was considered suitable. The results indicate that sensory analysis should be applied as part of a protocol for evaluation the quality of cocoa in Brazil in order to assist producers in selecting varieties to be cultivated and industries on the main characteristics of each material.

Keywords: Cocoa, Chocolate, Sensory Analysis, Varieties and Quality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BILIOGRÁFICA	4
2.1 Origem do Cacau.....	4
2.2 Produção de Cacau	5
2.3 Qualidade do Cacau	6
2.3.1 <i>Cacau especial, fino ou flavour</i>	7
2.3.2 <i>Fatores que influenciam no sabor do chocolate</i>	9
2.3.3 <i>O Brasil no mercado Internacional de Cacau</i>	15
2.4 Avaliação da Qualidade	16
2.4.1 <i>Prova de corte</i>	17
2.4.2 <i>Análise sensorial</i>	17
2.5 Pré-Processamento e Processamento do Cacau	19
2.5.1 <i>Colheita e abertura dos frutos</i>	20
2.5.2 <i>Fermentação das sementes</i>	20
2.5.3 <i>Secagem das amêndoas</i>	21
2.5.4 <i>Torração das amêndoas</i>	21
2.5.5 <i>Moagem e obtenção do liquor</i>	23
2.5.6 <i>Prensagem e obtenção da torta e manteiga de cacau</i>	23
2.6 Processamento do Chocolate.....	23
2.6.1 <i>Mistura e refino</i>	23
2.6.2 <i>Conchagem</i>	24
2.6.3 <i>Temperagem, resfriamento e moldagem</i>	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Material Vegetal.....	26
3.2 Pré-Processamento	26
3.3 Processamento das Amêndoas de Cacau e dos Chocolates	28
3.4 Análise Sensorial	30
3.4.1 <i>Análise descritiva Quantitativa</i>	30
3.4.2 <i>Teste de aceitação dos chocolates das 23 variedades</i>	36
3.5 Determinações físicas, químicas e físico-químicas	38
3.5.1 <i>Amêndoas de cacau</i>	38
3.5.2 <i>Liquor</i>	39
3.5.2.1 <i>Teor de teobromina e cafeína</i>	39
3.5.2.2 <i>Teor de polifenóis totais</i>	40
3.5.3 <i>Análises estatísticas</i>	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

4.1 Safra I	42
4.1.1 <i>Caracterização físico-química</i>	42
4.1.1.1 Caracterização das amêndoas	42
4.1.1.2 Avaliação do teor polifenóis totais, teobromina e cafeína no <i>liquor</i>	49
4.1.2 <i>Análise descritiva quantitativa</i>	53
4.1.3 <i>Teste de aceitação dos chocolates</i>	64
4.2 Safra II	72
4.2.1 <i>Análise descritiva quantitativa</i>	72
4.2.1.1 Comparação da análise descritiva quantitativa entre as safras I e II	76
4.2.2 <i>Análise de aceitação dos chocolates amargos</i>	83
4.3 Avaliação conjunta dos resultados obtidos na análise descritiva quantitativa e teste de aceitação com consumidores dos chocolates produzidos nas safras I e II.....	90
4.3.1 <i>Avaliação conjunta das respostas da ADQ</i>	90
4.3.2 <i>Avaliação conjunta das respostas do teste de aceitação com consumidores</i>	92
5 CONCLUSÕES	99
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE A – Aprovação do protocolo de pesquisa e termo de consentimento livre e esclarecimento.....	110
APÊNDICE B – Gráficos de consenso da equipe sensorial para os 9 atributos da Ficha de Avaliação dos Termos Descritores safra I.	112
APÊNDICE C – Gráficos de consenso da equipe sensorial para os 9 atributos da Ficha de Avaliação dos Termos Descritores safra II.	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resultados dos dados da análise física realizada nas amêndoas das vinte e três variedades.	43
Tabela 2. Resultados da avaliação da prova de corte nas amêndoas fermentadas e secas das vinte e três cultivares.....	45
Tabela 3. Valores de pH, acidez total titulável e teor de umidade das amêndoas fermentadas e secas das 23 variedades de cacau estudadas.	47
Tabela 4. Teores de metilxantinas e compostos fenólicos totais (em base seca) do <i>liquor</i> das 23 variedades estudadas.....	49
Tabela 5. Valores de pF amostra e pF repetição gerados no teste de seleção, pelos 17 provadores treinados, para cada descritor da ficha de avaliação dos termos descritores dos chocolates (Valores estabelecidos: pF amostra $\leq 0,50$ e pF repetição $\geq 0,05$ os valores em itálico e vermelho indicam poder discriminativo insuficiente, valores em itálico e azul indicam a reprodutibilidade insuficiente)....	57
Tabela 6. Médias das notas dadas pela equipe sensorial com relação aos 9 descritores que caracterizaram as amostras de 23 chocolates amargos de distintas variedades de cacau.	58
Tabela 7. Médias corrigidas das notas dadas pelos consumidores na avaliação sensorial de aceitação de chocolates de 23 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).....	65
Tabela 8. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre as amostras de chocolate de 23 variedades com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009).....	66
Tabela 9. Intenção de compra dos chocolates amargos produzidos com 5 diferentes variedades	71
Tabela 10. Valores de pFamostra e pFrepetição gerados no teste de seleção, pelos 10 provadores treinados, para cada descritor da ficha de avaliação dos termos descritores dos chocolates (Valores estabelecidos: pFamostra $\leq 0,50$ e pFrepetição $\geq 0,05$ os valores em itálico e vermelho indicam poder discriminativo insuficiente, valores em itálico e azul indicam a repetibilidade insuficiente).....	74
Tabela 11. Médias das notas dadas pela equipe sensorial com relação aos 9 descritores que caracterizaram as amostras de 22 chocolates amargos de distintas variedades de cacau.	75
Tabela 12. Médias corrigidas das notas dadas pelos provadores na avaliação sensorial de aceitação de chocolates de 22 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).....	83
Tabela 13. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre as amostras de chocolate de 22 variedades com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009).....	84

Tabela 14. Intenção de compra dos chocolates amargos produzidos com 5 diferentes variedades.....	89
Tabela 15. Médias corrigidas das notas dadas pelos provadores treinados da safra I e II na análise descritiva quantitativa dos chocolates de 22 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).....	90
Tabela 16. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre os chocolate dos materiais estudados na safra I e II com relação aos atributos sensoriais avaliados na análise descritiva quantitativa.....	91
Tabela 17. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre os chocolates das 23 variedades nas safras I e II com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009) e agrupamentos conforme análise de cluster (PROC CLUSTER - SAS INSTITUTE,2009).	94
Tabela 18 Médias corrigidas para os efeitos dos provadores dos chocolates das 23 variedades para o conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores nas safras I e II (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009) e agrupamentos conforme análise de cluster (PROC CLUSTER - SAS INSTITUTE, 2009).	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principais etapas responsáveis pelo desenvolvimento do sabor em cacau e chocolate.....	9
Figura 2. Caixas de fermentação utilizadas no estudo.....	27
Figura 3. Estufa para secagem solar das amêndoas de cacau do estudo	27
Figura 4. Processamento das amêndoas de cacau para obtenção de <i>liquor</i> e chocolate.....	28
Figura 5. Ficha sensorial utilizada na análise triangular sequencial para seleção da equipe de provadores.....	31
Figura 6. Ficha sensorial utilizada no teste parado para seleção da equipe de provadores.	31
Figura 7. Exemplo do gráfico utilizado como base para a aplicação dos testes em análise sequencial de Wald, adaptado. Fonte: MEILGAARD <i>et al.</i> (1999).....	32
Figura 8. Ficha sensorial utilizada para definição dos termos descritores, a partir das similaridades e diferenças.	34
Figura 9. Fotografia da forma de disponibilização dos materiais de referência durante os treinamentos.....	35
Figura 10. Ficha utilizada no teste de aceitação sensorial para avaliação de 23 amostras de chocolate amargo de diferentes variedades de cacau.....	37
Figura 11. Modelo matemático do comportamento da relação teobromina/cafeína em função do teor de cafeína no <i>liquor</i> das 23 variedades de cacau.	50
Figura 12. Ficha para avaliação dos termos descritores selecionados pela equipe sensorial.....	54
Figura 13. Ficha com definição dos termos descritores e materiais de referência.....	55
Figura 14. Gráfico da Análise de Componentes Principais (ACP) gerado a partir dos resultados de ADQ das 23 diferentes variedades de chocolate amargo da Safra I.....	62
Figura 15. Faixa etária e frequência de consumo de chocolate do grupo de consumidores que realizaram as análises sensoriais das diferentes amostras de chocolates amargos.	69
Figura 16. Tipos de chocolate mais consumidos pelo grupo de consumidores que realizaram a análise sensorial das diferentes amostras de chocolates amargos. .	69
Figura 17. Marcas comerciais mais consumidas pelo grupo de consumidores que realizaram as análises sensoriais das diferentes amostras de chocolates amargos.	70
Figura 18. Análise de Componentes Principais das 22 variedades de chocolate amargo da safra II.	80
Figura 19. Faixa etária e frequência de consumo de chocolate do grupo de provadores não treinados que realizou a análise sensorial das 22 amostras de chocolates amargos.	87

Figura 20. Tipos de chocolate mais consumidos pelo grupo de provadores não treinado que realizaram as análises sensoriais das 22 amostras de chocolates amargos da safra II.	87
Figura 21. Marcas comerciais mais consumidas pelo grupo de provadores não treinados que realizaram as análises sensoriais das 22 amostras de chocolates amargos da safra II.	88

1. INTRODUÇÃO

A cacauicultura é uma atividade agrícola de grande importância econômica, social e ecológica para as regiões de clima tropical. O Brasil sempre esteve entre os seis maiores produtores de cacau do mundo, até mesmo com a crise pela qual a maior região produtora nacional, a Bahia, vem atravessando. Além de ser um grande produtor agrícola do fruto, o Brasil também se encontra na quinta posição quanto ao processamento/moagem de cacau para a obtenção dos principais produtos derivados utilizados pelas indústrias de chocolate (*liquor*/massa de cacau e manteiga de cacau) e é atualmente o quinto maior produtor e consumidor mundial de chocolate (ABICAB, 2010).

Com a crise pela qual atravessa o setor cacauero no Brasil, desde 1989 quando a doença vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora Perniciosa*, chegou ao sul da Bahia, aliada a um acentuado déficit hídrico nas regiões produtoras do Estado da Bahia e Espírito Santo, houve uma drástica queda de produção e produtividade de cacau no Brasil, obrigando o país a importar amêndoas fermentadas e secas desde 2001. Esta situação, aliada ao aumento da demanda por produtos de cacau, tem refletido na queda de qualidade, já que o pré-processamento feito nas propriedades agrícolas tem sido pouco cuidadoso (falta de seleção de frutos para colheita, fermentação e secagem em tempos reduzidos, entre outros), não permitindo o adequado desenvolvimento do potencial aromático do cacau (EFRAIM, 2009). Por outro lado, o mercado de chocolates especiais (*gourmet* ou *premium*) tem mostrado um rápido crescimento desde o início do século XXI, que não tem sido acompanhado pelo aumento na produção de amêndoas de cacau de qualidade (FOWLER, 2009). A qualidade do cacau produzido no Brasil há muito não é reconhecida pelo mercado internacional. Fabricantes de chocolate de alta qualidade, principalmente de países europeus normalmente não utilizam o cacau produzido no Brasil para a fabricação de chocolates *premium* ou *gourmet* (SANTOS, 2010). O mercado americano é atualmente o maior consumidor do cacau brasileiro, geralmente utilizado em

mistura com cacau de outras origens. O prêmio (valor pago acima do fixado no mercado internacional de futuros) para cacaos especiais ou finos é atualmente determinado pelas próprias processadoras de cacau, com base em critérios e parâmetros definidos internamente. Entre os fatores responsáveis pelas características de qualidade dos produtos derivados do cacau, como o chocolate, destaca-se a questão genética (PEREIRA, 2011).

Entre os anos de 2001 e 2006, através de estudos financiados pela International Cocoa Organization (ICCO) e outros parceiros, foi realizado um projeto para a caracterização de materiais do Equador, Papua Nova Guiné, Trinidad & Tobago e Venezuela por parâmetros físicos, químicos e sensoriais, buscando propor métodos, padrões e instrumentos de medida para identificar as características que diferenciam materiais considerados finos daqueles considerados "bulk" para serem utilizados mundialmente. Como resultados do trabalho, verificou-se a relevância da avaliação sensorial, da composição da fração volátil e da relação quantitativa de compostos químicos como as metilxantinas (ICCO, 2008 *apud* EFRAIM, 2009).

Por outro lado, poucos estudos foram conduzidos visando identificar a qualidade de variedades de cacau utilizadas no Brasil, de forma que não se tem atualmente um protocolo de uso nacional que permita avaliar a qualidade. No Brasil, a avaliação da qualidade de cacau é realizada pelo Ministério da Agricultura, mais especificamente por técnicos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) (CEPLAC, 2012).

Para contribuir na melhoria da qualidade do cacau brasileiro, que vem sendo realizada por meio do Programa Brasileiro de Melhoramento Genético e pela própria cadeia produtiva do cacau, Efraim (2009) avaliou materiais resistentes à vassoura de bruxa quanto ao desempenho tecnológico por meio da caracterização física, química, físico-química e sensorial dos produtos obtidos a partir das variedades clonais CEPEC 42, EET 397, TSH 1188, TSH 565, TSH 516, TSA 654, TSA 656, TSAN 792, TSH 774 e COMUM. Entretanto, eram auto-incompatíveis, o que pode levar a reduções na produtividade e, recentemente,

alguns dos materiais avaliados perderam a resistência, sendo assim necessário dar continuidade às avaliações de mais materiais potenciais no Brasil (EFRAIM, 2009).

Tendo em vista estes fatos, este trabalho teve como objetivo processar e avaliar a qualidade de 23 variedades de amêndoas de cacau, colhidas em dois períodos de safras diferentes, cultivadas no Estado da Bahia-BR, por meio da análise sensorial de chocolates produzidos e por análises físicas, químicas e físico-químicas das amêndoas fermentadas e secas e *liquor* visando caracterizá-las de forma a auxiliar os produtores de cacau na escolha das variedades a serem cultivadas e as indústrias quanto às principais características de cada material.

Como objetivos específicos destacam-se:

a. Processamento de amêndoas fermentadas e secas das diferentes variedades para obtenção de chocolates;

b. Avaliação sensorial dos chocolates produzidos, por meio de Análise Descritiva Quantitativa[®] (ADQ), com provadores treinados e teste de aceitação, com consumidores.

c. Caracterização física, química e físico-química das amêndoas e *liquor*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem do Cacaueiro

O cacaueiro é uma planta nativa das florestas úmidas das Américas, onde cresce à sombra de outras árvores em ambiente com temperaturas elevadas e altas precipitações pluviométricas. Pertence à família *Malvaceae*, gênero *Theobroma*, espécie *Theobroma Cacao*. O nome da planta é de origem asteca: *cacahuatl* (cacau) ou *cacahuaquahuitl* (cacaueiro); o nome chocolate vem da bebida, *tchocoatl*, de origem maia, que já era consumida há mais de três mil anos (LAJUS, 1982; EFRAIM, 2004).

Ainda há grande controvérsia sobre a origem e a domesticação do cacau no continente. Alguns autores acreditam que o cacau foi introduzido na América Central, a partir da América do Sul. E outros defendem que se desenvolveu em diferentes lugares nas duas Américas, dadas as diferenças morfológicas dos grupos *Criollo*, encontrado originalmente na América Central e *Forastero*, encontrado originalmente na América do Sul (MOTAMAYOR *et al.*, 2002).

Tradicionalmente os dois principais grupos, *Criollo* e *Forastero*, têm sido definidos com base em características morfológicas e origens geográficas. Um terceiro grupo, *Trinitário* tem sido reconhecido e consiste de um híbrido entre *Criollo* e *Forastero* (CHEESMAN 1994; MOTAMAYOR *et al.*, 2008).

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.

- *Criollo*: árvores de pequeno porte, pouco produtivas e mais suscetíveis à doenças. Os frutos são caracterizados pela forma alongada, com ponta proeminente. Sua superfície externa é enrugada e geralmente apresenta cinco sulcos longitudinais profundos e cinco menos pronunciados. As sementes são ovais e se encontram relativamente soltas na polpa. Os cotilédones não contêm células pigmentadas, sendo, portanto, de coloração branca. No período pós-

colheita requerem fermentação curta (entre 48 e 72 horas), produzindo geralmente cacau bastante aromático e de excelente qualidade, geralmente destinado à produção de chocolates *gourmet*. Atualmente seu cultivo corresponde a apenas 5% da produção mundial comercializada (LAJUS, 1982; COPETTI, 2009).

- *Forastero*: árvores geralmente de maior porte, mais longevas, produtivas e resistentes a enfermidades. O grupo é caracterizado por frutos com forma mais arredondada, casca dura e superfície quase lisa. As sementes são achatadas, de forma quase triangular e se encontram firmemente alojadas à polpa. Os cotilédones têm coloração violeta por possuírem células pigmentadas. No beneficiamento pós-colheita requer fermentação por cerca de 168 horas. O produto comercial obtido de cacau *Forastero* geralmente é menos aromático e mais influenciado pela tecnologia de processamento. Corresponde a cerca de 70% da produção mundial e é cultivado em todos os países produtores (LAJUS, 1982; COPETTI, 2009).

- *Trinitário*: as formas híbridas entre os grupos *Criollo* e *Forastero* são geralmente denominadas *Trinitário* que conservam as características dos dois grupos, apresentando geralmente maior resistência a pragas e sabor suave e frutal (EFRAIM, 2004).

2.2 Produção de Cacau

Até 1910 o Brasil era o maior produtor mundial de cacau, com 29 mil toneladas anuais. No decênio 1920-1930 a lavoura cacauera atravessou um período de muita agitação e intranquilidade, principalmente pelas mudanças produzidas pela Primeira Guerra Mundial (RANGEL, 1982). Mesmo assim, até meados do século XX os produtores latino-americanos (México, Venezuela, Equador e Brasil) dominavam a produção mundial de cacau. O Brasil atingiu o apogeu na década de 1980 com produção de 400 mil toneladas de amêndoas secas e produtividade de 750 Kg/ha, a maior no contexto mundial da época. A

partir da década de 90 devido a um acentuado déficit hídrico nas regiões da Bahia e Espírito Santo, bem como à disseminação da doença vassoura-de-bruxa provocada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* nos cacauzeiros da região sul da Bahia, houve acentuada queda na produção e produtividade brasileiras. Desde o aparecimento da doença vassoura-de-bruxa em 1989, verificou-se um rápido declínio da produção brasileira de amêndoas secas de cacau, de 400 mil toneladas em (1985/86) para apenas 170 mil (2003/04) representando uma relevante queda de 63% (EFRAIM, 2009). A Comissão Executiva para o Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foi criada em 1957 para modernizar a produção de cacau no Brasil, combater pragas e doenças do cacauzeiro e recuperar a produção do cacau. A instituição vem auxiliando no controle integrado da doença fúngica vassoura-de-bruxa, por meio de pesquisas sobre variedades resistentes, melhoramento genético, práticas culturais, utilização de defensivos químicos e controle biológico, profissionalizando assim a cultura no país (CEPLAC, 2012). Desta forma, o Brasil vem recuperando sua produção, pois segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram produzidas 218,48 mil toneladas de amêndoas de cacau em 2009, sendo as Regiões Norte/ Nordeste responsáveis por mais de 96% dessa produção. Nesse mesmo ano, o Nordeste produziu 137,92 mil toneladas da amêndoa do fruto, respondendo a Bahia por 100% da produção do nordeste e cerca de 64% da nacional (IBGE, 2011).

Em relação à produção internacional, segundo dados da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), desde 2010 o Brasil ocupa a sexta posição de maior produtor de cacau, atrás da Costa do Marfim, Indonésia, Gana, Nigéria e Camarões. De acordo com as estimativas da FAO em 2010, o Brasil produziu 233.348 toneladas de cacau (FAO, 2010).

2.3 Qualidade do Cacau

No mercado internacional, as amêndoas de cacau são classificadas como “bulk” ou comuns, finas ou especiais e raras. O cacau tipo fino é caracterizado por apresentar diferentes sabores como notas de frutas frescas, secas, de castanhas, floral, picante, nozes, caramelo. Esse tipo de cacau é usado pela indústria para fabricação de chocolate com maiores teores de cacau, no qual o sabor especial pode ser apreciado. Amêndoas do cacau tipo fino são mais valorizadas no mercado internacional, atingindo preços duas a três vezes maiores que o tipo “bulk”. Esse cacau geralmente pertence aos grupos *Criollo* ou *Trinitário*. No entanto, nem todos os cacaos pertencentes a estes grupos são classificados como especial, pois, se a fermentação das amêndoas não for bem conduzida, não haverá o desenvolvimento do sabor especial (SANTOS, 2010).

O cacau tipo “bulk” é geralmente do grupo *Forastero* Amazônico. As amêndoas do cacau tipo “bulk” são utilizadas pela indústria para produção de chocolates convencionais, principalmente do tipo ao leite, por não apresentar sabor diferenciado como o cacau fino (SUKHA *et al.*, 2008, FOWLER, 2009).

Através de estudos financiados pela International Cocoa Organization (ICCO) e outros parceiros, foi realizada a caracterização de materiais do Equador, Papua Nova Guiné, Trinidad e Tobago e Venezuela por parâmetros físicos, químicos e sensoriais, buscando identificar as características que diferenciam materiais considerados finos daqueles considerados “bulk” para serem utilizados mundialmente. Foram encontradas diferenças sensoriais entre os materiais estudados, na composição dos compostos voláteis responsáveis pelo sabor e na relação quantitativa de compostos químicos (EFRAIM, 2009).

2.3.1 Cacau especial, fino ou flavour

Cacaos com características diferenciadas em termos sensoriais frequentemente atingem preços superiores ao cacau do tipo *bulk*, que é tratado como *commodity*. Tais cacaos considerados especiais geralmente são comercializados por cadeia própria de fornecimento, visando preservar a

identidade individual dos lotes, sendo que são testados quanto à qualidade de forma mais rígida pelos compradores (PEREIRA, 2011).

O mercado de chocolates fabricados com cacau especial tem mostrado um rápido crescimento desde o início do século XXI, mas que não foi acompanhado pela produção. Segundo estimativas, a produção média de cacaus especiais em 2005/06 foi de: 15 a 25 mil toneladas para cacau com certificação orgânica, 6 mil toneladas para cacau “fair trade”; 85 mil toneladas para cacau fino ou *flavor*, sendo a última, a categoria mais explorada e há maior tempo (FOWLER, 2009).

Três grupos interessam diretamente pelo conceito de cacau fino e o definem da seguinte forma (Santos, 2010):

a) Para a Organização Internacional do Cacau (ICCO), é um cacau proveniente dos grupos *Criollo* e *Trinitário* e produzido em países selecionados por um comitê especializado, que reavalia periodicamente a lista dos países produtores.

b) Para as indústrias, é o cacau que apresenta aromas originais e agradáveis, sejam frutais, florais, de madeira, caramelo ou cacau pronunciado e delicado.

c) Para os pesquisadores da área é um cacau que apresenta um aroma de constituição, presente nas amêndoas frescas, ou aromas que surgem a partir da fermentação, ou após esta etapa.

O sexto acordo internacional do cacau de 2001, que objetivou desenvolver e reforçar a cooperação internacional em todos os setores da economia mundial do cacau reconheceu 17 países como produtores de cacau tipo Fino ou *Flavor*: Costa Rica, Santa Lúcia, República Dominicana, São Vicente e Granadinas, Equador, Samoa, Granada, São Tomé e Príncipe, Indonésia, Sri Lanka, Jamaica, Suriname, Madagascar, Trinidad e Tobago, Panamá, Venezuela, Papua Nova Guiné (BRASIL, 2004).

2.3.2 Fatores que influenciam no sabor do chocolate

Devido ao exclusivo conjunto de características sensoriais, como o sabor, textura e aroma, o chocolate é apreciado por consumidores de todo o mundo. As várias etapas de processamento como: pós-colheita, fermentação, secagem das amêndoas, torração e conchagem são alguns dos fatores responsáveis pela experiência sensorial impar fornecida ao se consumir um chocolate (Figura 1).

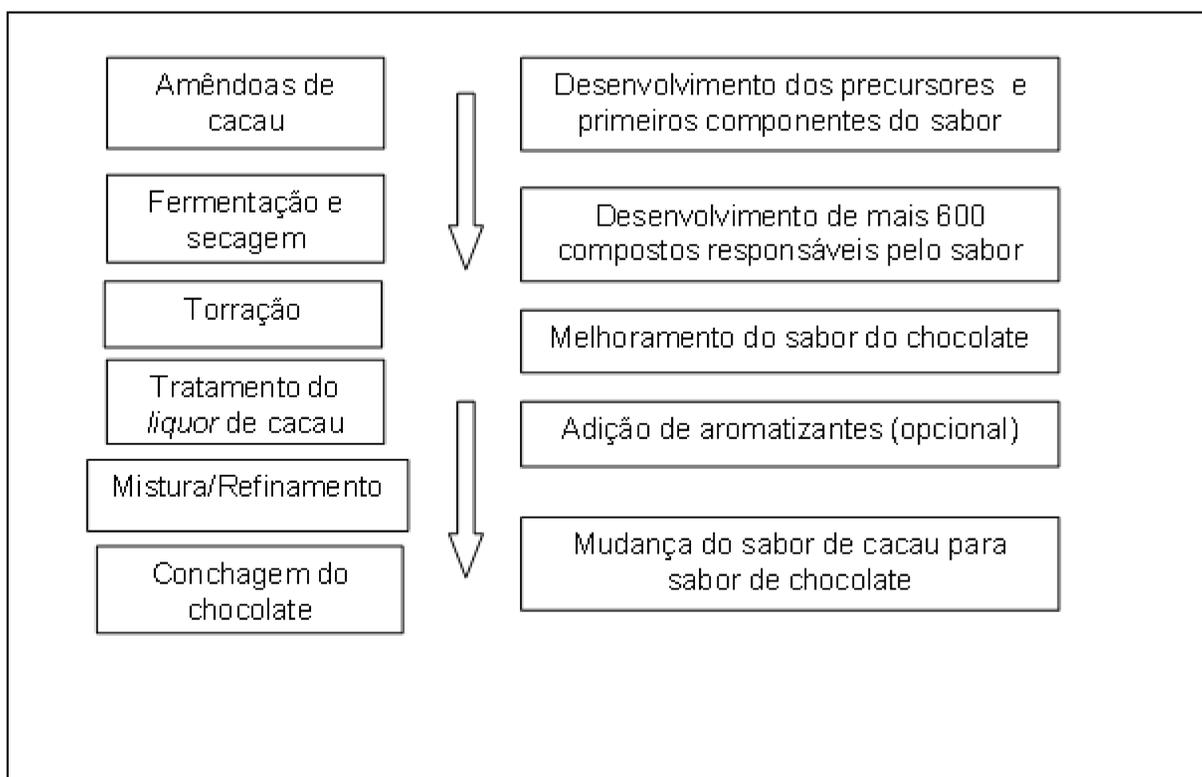


Figura 1. Principais etapas responsáveis pelo desenvolvimento do sabor em cacau e chocolate.

Fonte: Adaptado de ZIEGLER (2009).

Os diferentes atributos sensoriais do chocolate tais como a intensidade do sabor característico, amargor, adstringência e acidez dependem de aspectos genéticos, condições ambientais, colheita e processamento (LUNA *et al.* 2002). Para permitir a padronização do produto final, torna-se necessária a adoção de protocolos e padrões de identidade e qualidade nas indústrias processadoras.

Dependendo do tipo de chocolate produzido, é também importante a adoção de protocolos que permitam diferenciar lotes de cacau do tipo *bulk* e daqueles com maior potencial de sabor (conhecidos como finos), o qual deve envolver avaliações sensoriais.

A falta de um protocolo padrão para avaliação sensorial de cacau e chocolates, por meio de equipes treinadas tem se mostrado como um obstáculo para uma maior colaboração efetiva entre instituições de pesquisas e fabricantes de chocolate. Atualmente, os protocolos utilizados pelas processadoras de cacau somente identificam defeitos específicos em amêndoas de cacau e *liquor*, como aroma de fumaça, presença de mofo e outros defeitos (SUKHA *et al.* 2008).

As propriedades sensoriais do chocolate podem variar com o tipo de cacau utilizado, entretanto, formulações de chocolate utilizando amêndoas de um mesmo grupo ou utilizando *blends* podem apresentar uma drástica variação no sabor ou *flavour* (DIMICK e HOSKIN, 1994).

Clapperton *et al.* (1993, 1994) na Malásia, estudaram a influência de genótipos nas características sensoriais de *liquors* de cacau e chocolate. Os principais atributos sensoriais avaliados foram a intensidade do sabor e aroma de cacau, acidez, amargor e adstringência. Comprovaram que o genótipo do cacau tem grande influência no sabor, e que os atributos de amargor e adstringência verificados sensorialmente foram fortemente correlacionados com teores de metilxantinas (especialmente a cafeína) e de polifenóis (catequinas, epicatequinas e procianidinas). Os mesmo genótipos foram avaliados na Bahia – Brasil, onde as condições edafo-climáticas são distintas, e foram obtidos resultados sensoriais similares àqueles verificados em Sabah, na Malásia, por Clapperton e colaboradores (FIGUEIRA *et al.* 1997).

Sabe-se que os polifenóis, grupo de compostos responsáveis pela adstringência no chocolate, estão presentes na semente do cacau não fermentada em valores entre 10 e 20% do peso seco. Consistem principalmente em antocianinas (responsáveis pela cor púrpura característica de sementes não fermentadas e, em maior quantidade, em epicatequinas e catequinas, na forma

simples ou complexadas, que são incolores). Durante a fermentação a concentração de polifenóis é consideravelmente reduzida pela oxidação, polimerização, exsudação e escurecimento enzimático. Além disso, pode haver mudanças na cor da amêndoa de púrpura para marrom ou de branca para marrom (ZIEGLEDER, 2009).

Sukha *et al.* (2008) desenvolveram um método otimizado de avaliação sensorial em que uma equipe treinada diferenciou entre *liquor* de cacau de Ghana (considerado do tipo “bulk”), consistentemente associado às notas sensoriais de cacau, nozes, verde/mato e amargo, enquanto que as notas sensoriais frutal, ácido e adstringente foram associadas aos clones locais de Trinidad (cacaos predominantemente do grupo Trinitário, considerado do tipo “fino”).

Zamalloa (1994) avaliou características químicas, físico-químicas e sensoriais de cacaos dos tipos *Forastero* e *Trinitário* cultivados no Estado de São Paulo, em condições climáticas distintas das quais o cacauveiro vem sendo cultivado no mundo, e encontrou diferenças entre materiais sobre as características avaliadas.

Cubbero *et al.* (1993), afirmam que aromas e sabores particulares de cacau são determinados não apenas pelo pré-processamento, mas também pela variedade do cacauveiro. De acordo com Clapperton *et al.* (1993), a utilização de técnicas adequadas de pré-processamento, desde a colheita e abertura dos frutos até obtenção de produtos como o *liquor* de cacau, bem como a utilização de análise sensorial como ferramenta podem auxiliar no entendimento da influência das características genéticas no sabor do chocolate.

De acordo com Figueira *et al.* (1997), efeitos genéticos são considerados determinantes nas diferenças verificadas entre tipos de cacau denominado finos (cacau nacional do Equador ou certos tipos *Trinitário* e *Criollo*) e tipos denominados “bulk”, cultivados e utilizados comercialmente em maior escala e disponíveis no mercado convencional.

Mas ainda que se tenha dados de trabalhos conduzidos com genótipos de cacauveiro e de sua influência nas características sensoriais, físicas e químicas,

não há uma conclusão concreta e generalizada sobre a real influência de genótipos no sabor do chocolate (BUCHELI *et al.*, 2000). Visto que a fermentação microbiana e processo de secagem são duas importantes etapas do pré-processamento da amêndoa de cacau, e são essenciais na formação de sabor, sendo assim um parâmetro importante da qualidade (CAMPOS *et al.* 2012).

A acidificação da semente de cacau por ácido acético, durante a fermentação, leva a várias modificações bioquímicas necessárias para o desenvolvimento dos precursores do sabor. Estas alterações incluem a geração de peptídeos e de aminoácidos, a partir da ação de proteases sobre as proteínas de armazenamento da semente de cacau, e a produção de açúcares redutores, que durante a torração das amêndoas de cacau, através da reação de Maillard, produz compostos de sabor do chocolate (BUCHELLI *et al.*, 2000). Alguns trabalhos afirmam que amêndoas de cacau não fermentadas, mesmo submetidas ao processo de torração, não desenvolvem qualquer sabor de chocolate, apresentando excessiva adstringência e amargor (BIEHL e VOIGT, 1996).

Durante a fermentação da semente de cacau, os teores de alcalóides, em particular, a teobromina e cafeína, e de compostos fenólicos, em particular os flavan-3-óis (epicatequina e catequina) e seus condensados (as proantocianidinas) são significativamente reduzidos, por difusão, levando à diminuição de 30% do teor inicial dos alcalóides e de 20% dos polifenóis, reduzindo, conseqüentemente, o gosto amargo e a adstringencia no cacau (CAMU *et al.* 2008). Isso reforça a afirmação de que a fermentação é uma fase importante para formação de sabor no cacau. Campos *et al.* (2012) afirmam que durante a fermentação (nos dois primeiros dias) os principais grupos de compostos voláteis encontrados são os álcoois, aldeídos e cetonas. No entanto, em meio à fermentação (do terceiro ao quinto dias) são desenvolvidos principalmente álcoois, ésteres e ácidos (principalmente o ácido acético), e ao final da fermentação (sexto ao oitavo dias) ácidos, ésteres e álcoois, sendo esses os grupos de compostos voláteis mais importantes no cacau.

O desenvolvimento do sabor continua com o processo de secagem, juntamente com o processo de escurecimento e a redução da adstringência, do amargor e da acidez. A secagem ao sol é considerada o melhor método para obter o máximo desenvolvimento do sabor, apesar da desvantagem de apresentar longa duração, até que se atinja 7 a 8% de umidade. Outro método mais rápido é a secagem artificial, porém a amêndoa pode apresentar problemas como alta acidez devido ao curto tempo e alta temperatura de secagem, além da contaminação das amêndoas pela fumaça gerada durante a secagem (OWUSU *et al.* 2012, CAMPOS *et al.* 2012, FLOWLER, 2009).

Durante a secagem ocorre à reação de Maillard e os compostos de Amadori, são formados os primeiros intermediários das reações entre os aminoácidos e glicose. Entretanto, tais compostos de Amadori não são detectáveis por mudança da cor ou odor e podem ser reversível durante a secagem. Essas reações iniciais são importantes porque os compostos intermediários de Amadori decompõem-se durante torração em numerosos componentes voláteis (ZIEGLER, 2009).

Camu *et al.* (2008), que avaliaram sete fermentações de cacau, provenientes de colheitas em duas diferentes safras, em duas propriedades em Gana, afirmaram que mesmo quando as fermentações de cacau são realizadas na mesma fazenda, com o mesmo cultivar, e sob as mesmas condições de fermentação e secagem, as características de sabor obtidas podem ser diferentes devido à variabilidade microbiana, dinâmica populacional, e cinética de metabólitos entre as fermentações.

Vários pesquisadores têm estudado a influencia das alterações físicas e químicas na composição do chocolate durante o processamento, as maiores partes das alterações estão relacionadas às condições de tempo e temperatura em que as amêndoas são torradas. O refinamento da massa do cacau também causa redução no tamanho de partículas, a qual influencia na textura do chocolate, bem como o processo de conchagem que normalmente é realizado sob agitação e cisalhamento do chocolate com variação de tempo e temperatura,

influencia na textura, viscosidade e sabor. A temperagem é essencial para a cristalização adequada da manteiga do cacau, a qual influência nas propriedades de qualidade como dureza, brilho e desprendimento de sabor durante a degustação (MORENO *et al.* 2012).

Ramli *et al.* (2006) avaliaram amêndoas de cacau da Malásia, torradas em diferentes tempos (20, 30, 40 e 50 minutos) e temperaturas de (120, 130, 140, 150, 160, e 170 °C), e verificaram que houve diferenças significativas na formação dos compostos de sabor entre as diferentes condições de torração. O processamento a 160 °C durante 30 minutos foi considerado um bom indicador para avaliação do processo de torração, com desenvolvimento ótimo dos compostos como pirazinas, aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres. Entretanto, na avaliação da equipe sensorial a melhor condição de tratamento foi a 150 °C durante 30 minutos, visto que houve menor percepção de adstringência, gosto amargo, ácido e queimado.

A torração do cacau é essencial para desenvolver o sabor de chocolate a partir dos precursores do sabor formados durante a fermentação e a secagem. É uma das operações tecnológica mais importante no processamento da amêndoa de cacau, visto que através da torração há mudanças de cor, aroma, sabor e textura. A concentração de compostos voláteis, acidez total e a qualidade final do chocolate dependem das condições da torração, principalmente da temperatura e tempo de processo. O sabor produzido é o resultado da combinação de vários compostos incluindo pirazinas, aldeídos, fenóis, cetonas, álcoois, ésteres e furanos. As pirazinas e aldeídos estão entre os principais compostos produzidos durante a torração, e são formados através da reação de aminoácidos e açúcares redutores durante a chamada reação de Maillard e degradação de Strecker que ocorrem no processo de torração (RAMLI *et al.* 2006).

Owusu *et al.* (2012) avaliaram através de uma equipe treinada e análises químicas o efeito no sabor de chocolates amargos submetidos a diferentes métodos de fermentação, e diferentes condições de torração e conchagem, afirmam que os métodos utilizados foram capazes de identificar aquelas amostras

que não foram conchadas com sabor frutal, e aquelas que não foram torradas com maior intensidade adstringente.

Na conchagem, etapa considerada importante para o desenvolvimento da textura adequada e sabor final desejado, também há aplicação de diferentes condições de tempo e temperatura. Durante a conchagem resíduos de ácidos voláteis indesejados, formados na fermentação, e umidade são removidos e a cor do chocolate é modificada pela emulsificação dos compostos e oxidação dos polifenóis. Hoskin e Dimick (1984) *apud* Afoakwa *et al.* (2008) relataram que os polifenóis diminuíram 48,8% após 44 h de conchagem sob baixa temperatura e em chocolates submetidos a alta temperatura de conchagem, houve diminuição de 41% após 24 h. Dimick e Hoskin (1999) *apud* Afoakwa *et al.* (2008) concluíram que os polifenóis, através da oxidação e mecanismos enzimáticos, formam complexos com aminoácidos, peptídeos e proteínas, resultando na redução dos compostos voláteis e na diminuição da adstringência, obtendo assim um sabor mais suave.

2.3.3 O Brasil no mercado Internacional de Cacau

A qualidade do cacau produzido no Brasil há muito não é reconhecida pelo mercado internacional. Os fabricantes de chocolate europeus normalmente não utilizam o cacau produzido no Brasil em mistura nas formulações com a finalidade de produzir a massa de cacau destinada à fabricação de chocolates. Sua aplicação se destina, na maioria das vezes, à fabricação de manteiga, torta e pó de cacau.

O mercado americano é atualmente o maior consumidor do cacau brasileiro, utilizando *blends* em algumas de suas formulações (PEREIRA, 2011). O prêmio (valor pago acima do preço de mercado internacional de cacau) hoje é determinado pelas indústrias processadoras de cacau, fundamentado em avaliações e parâmetros definidos internamente. Isto significa que não existe um critério internacionalmente reconhecido de avaliação da qualidade e a definição do

preço deste tipo de cacau. O mercado de cacau fino é, de fato, um nicho atraente já que os valores pagos podem ser de duas à três vezes maiores em relação aos preços praticados nas bolsas internacionais. Em alguns casos, preços ainda melhores são pagos para cacaus considerados raros (cinco ou mais vezes o valor das bolsas internacionais). É um mercado muito exigente no tocante à qualidade das amêndoas. Para que o Brasil possa aproveitar a oportunidade de mercado para a melhoria de preço do cacau é necessário consolidar a posição do país como produtor de cacau fino, desenvolver estudos para identificar a influência do clima, solo e relevo ao sabor do cacau; melhorar as técnicas de pós-colheita; avaliar a qualidade sensorial das variedades de cacau existentes no Brasil e formar equipes de análise sensorial de *liquor*/chocolates conforme o mercado nacional e internacional; treinar os cacauicultores na identificação de notas particulares de sabor de amêndoas, *liquor* e chocolates; continuar o programa de melhoramento genético, integrando, sabor e resistência (SANTOS, 2010).

Visando contribuir com o programa brasileiro de melhoramento genético do cacau Efraim (2009) avaliou chocolates produzidos com clones de cacau do estado da Bahia, Brasil, resistentes à doença vassoura-de-bruxa, quanto ao desempenho tecnológico e sensorial visando incrementar a qualidade e aumentar a agregação de valor ao cacau brasileiro. Os resultados comprovaram a possibilidade de ganho de qualidade no melhoramento genético do cacau, bem como a análise sensorial demonstrou que um grupo de provadores não treinados foi capaz de diferenciar os materiais de acordo com sua ascendência genética, sugerindo a possibilidade de produção e comercialização de chocolates monovarietais ou do uso de misturas de materiais para a obtenção de sabores específicos.

2.4 Avaliação da Qualidade

2.4.1 Prova de corte

A principal forma técnica de avaliar a qualidade das amêndoas fermentadas e secas é a prova de corte, teste utilizado mundialmente como forma de classificar e caracterizar lotes quanto à qualidade. O teste geralmente mensura o grau de fermentação das amêndoas pela coloração. São avaliados ainda o aroma externo antes do corte, a presença de fungos, infestações por pragas durante a estocagem, amêndoas germinadas, achatadas, entre outros. Também são realizadas medidas de umidade e da massa de 100 amêndoas. A classificação utilizada atualmente avalia e classifica lotes nos tipos 1, 2, 3 e fora do tipo de acordo com os percentuais de tolerância de defeitos como odores estranhos, mofos, amêndoas ardósias, entre outros (BRASIL, 2008).

De acordo com Santos (2010), o sabor é o principal atributo que define cacau do tipo fino. Apesar da importância da adequada colheita e de outros aspectos como o tempo entre a colheita e a quebra do fruto, e entre esta e a fermentação, e a adequada condução das etapas de fermentação e secagem, para ser classificado como fino, é também necessária a análise sensorial para definir as características de sabor. Sem que possua características diferenciadas de sabor, por melhor que seja o cacau, ainda será considerado do tipo comum ou *bulk*, possivelmente com algum valor agregado superior (em torno de 50% acima da cotação da bolsa). Quando há uma diferenciação e um padrão de sabor bem definido, o valor alcançado por um lote de amêndoas de cacau pode ser o dobro do valor negociado na bolsa de valores (SANTOS, 2010).

2.4.2 Análise sensorial

O sabor pode ser definido como a interação entre a percepção cerebral e a resposta elétrica dos botões gustativos e dos receptores olfatórios quando estimulados por compostos químicos. Para que os compostos químicos tenham sabor, eles devem ser suficientemente voláteis para atingirem os receptores

olfatórios ou serem solúveis na saliva. Os mais de quinhentos compostos voláteis do cacau, que excitam os receptores olfatórios e aqueles não voláteis que excitam os botões gustativos são os grandes responsáveis pelo sabor do chocolate. As variações nas proporções de todos esses compostos são igualmente importantes, pois a elas se deve grande parte das diferenças encontradas entre os chocolates das diversas partes do mundo (DRUMMOND, 1998).

Embora a composição físico-química do cacau (teores de lipídeos totais, proteínas, carboidratos, cor e pH) sejam critérios frequentemente utilizados para avaliação da qualidade das amêndoas secas, o critério final de qualidade é o sabor após o processamento (FERRÃO, 2002).

Analisar sensorialmente os alimentos é uma função primária do homem, que desde a sua infância, de forma consciente ou não, aceita ou rejeita alimentos de acordo com a sensação que experimenta ao observá-lo ou ingeri-lo. Mesmo recém-nascidos já possuem preferências com relação aos gostos básicos.

Existem diversos métodos de avaliação sensorial. Uma das muitas classificações existentes divide tais métodos em três categorias: discriminativos, afetivos e descritivos (STONE e SIDEL, 2004).

O método discriminativo é aplicado para determinar diferenças sensoriais entre produtos, verificar a magnitude da influencia da variação da matéria-prima, processos, condições de armazenamento, entre outros. Os testes discriminativos mais usados são: triangular, duo-trio, comparação pareada, ordenação e comparação múltipla. Para análise dos dados, o número de resposta correta é estabelecido e verifica-se se existe diferença significativa entre as amostras (MEILGAARD *et al.* 1999).

A análise de aceitação é um método afetivo, que tem por objetivo avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto. A análise pode ser realizada em laboratório de análise sensorial, por um grupo de no mínimo 50 ou mais provadores não treinados. Para avaliação do produto aplica-se um teste de aceitação com escala hedônica, a qual pode variar em cinco, sete ou nove pontos, variando gradativamente entre os termos hedônicos “gostei

extremamente” e “desgostei extremamente”, permitindo assim que o consumidor expresse sua aceitação pelo produto. Para análise dos resultados os dados obtidos são submetidos a análise de variância univariada (ANOVA) e teste de Tukey (STONE e SIDEL, 2004).

Os métodos descritivos descrevem e avaliam a intensidade dos atributos sensoriais dos produtos. Assim, pode-se dizer que os métodos descritivos possuem dois aspectos: aspecto qualitativo, que diz respeito à descrição do produto avaliado e aspecto quantitativo, que avalia a intensidade de cada característica sensorial presente no produto. Um dos métodos de análise descritiva é denominado de Análise Descritiva Quantitativa[®] (ADQ), e foi desenvolvida por Stone e Sidel (2004) da empresa Tragon Corporation, CA, USA. Este método avalia todos os aspectos de todos os atributos sensoriais presentes no produto, quais sejam: aparência, aroma, sabor e textura. Primeiramente é realizado um processo de seleção de provadores treinados ou assessores, e é finalizado com a comunicação dos resultados da ADQ, a análise de variância é o procedimento estatístico mais adequado para tratamento dos resultados, seguido de um teste de média (SILVA e DAMÁSIO, 2007).

2.5 Pré-Processamento e Processamento do Cacau

A produção dos ingredientes derivados de cacau (massa, manteiga e pó de cacau), compreende duas fases: o pré-processamento e o processamento do cacau. A primeira compreende as etapas realizadas em campo, pelo produtor de cacau, como a colheita, abertura dos frutos, retirada das sementes com a polpa, fermentação, secagem das amêndoas e armazenamento.

O processamento normalmente realizado nas indústrias é a segunda fase e envolve a obtenção dos ingredientes utilizados para a fabricação de chocolate e produtos derivados (PIMENTEL GOMES, 1972 *apud* CRUZ, 2002).

2.5.1 Colheita e abertura dos frutos

Dependendo das características genéticas, hibridizações, entre outros, os frutos de cacau apresentam grande diferença quanto à cor, dimensões, forma do fruto e das sementes, assim como as necessidades de manejo pós-colheita. Os frutos são colhidos maduros, abertos manualmente, com auxílio de facões, a placenta é manualmente separada das sementes de modo a permitir uma adequada fermentação e também melhorar as características sensoriais da amêndoa, uma vez que apresenta gosto extremamente amargo. O período entre a quebra e o início da fermentação não deve ser superior a 24 horas para que não ocorram reações químicas indesejáveis. Sementes provenientes de quebras em dias diferentes não devem ser fermentadas juntas, pois isso conduz a uma fermentação desigual (EFRAIM, 2009).

2.5.2 Fermentação das sementes

O método de fermentação do cacau varia conforme o país e também de região para região. Os métodos mais comuns de fermentação são em caixas, em montes e em bandejas. Na caixa a parte inferior é perfurada para permitir a drenagem da polpa liquefeita do cacau durante a fermentação. A duração da fermentação depende do tipo de cacau fermentado, das características ambientais, entre outros fatores, sendo que de dois a três dias são suficientes para o cacau *Criollo*, enquanto o cacau *Forastero* é fermentado por cinco a oito dias, ambos são revolvidos periodicamente para penetração de ar na massa de fermentação, bem com a homogeneização do processo (OWUSU *et al.* 2012).

A polpa mucilaginosa que envolve as sementes de cacau contém 82 – 87% de água, 10 – 15% de açúcares, 1 – 3% de ácido cítrico e 1 – 1,5% de pectina, que garante a coesão da polpa em volta das sementes e previne a penetração de ar no início da fermentação. Devido ao baixo pH da polpa (próximo a 3,6) ocasionado pela presença de ácido cítrico, além do baixo nível de oxigênio disponível devido à coesão da massa no interior das caixas de fermentação, são

criadas condições ideais para o desenvolvimento de leveduras responsáveis pela fermentação alcoólica, posteriormente com a penetração de oxigênio na massa de fermentação as bactérias acéticas atuam sobre o álcool convertendo-o a ácido acético. Isto permite uma difusão de ácidos na semente do cacau, culminando na morte do gérmen e conseqüente na formação de precursores do sabor, a saber os aminoácidos e peptídeos, açúcares redutores, e oxidação dos polifenóis que formar complexos com proteínas e peptídeos levando à redução da adstringência e do amargor (CROS, 1999; FOWLER, 2009).

2.5.3 Secagem das amêndoas

Após a fermentação, as amêndoas são secas ao sol ou por métodos artificiais, o método de secagem é essencial para preservar os precursores do sabor formados durante a fermentação. Algumas alterações químicas que ocorrem na amêndoa durante a fermentação continuam ocorrendo na secagem até que a umidade da amêndoa seja reduzida de 60% para 6 - 7%, tornando-as estáveis ao armazenamento, verifica-se a continuidade das reações de oxidação iniciadas na fermentação, levando à redução do amargor, da adstringência e da acidez das amêndoas, além do escurecimento dos cotilédones, contribuindo com a formação dos precursores de sabor desejáveis de chocolate e redução do conteúdo de ácido acético através da evaporação (BECKETT, 1994, OWUSU *et al.* 2012).

2.5.4 Torração das amêndoas

O desenvolvimento do sabor de chocolate na amêndoa do cacau é o efeito mais importante da torração. O tempo e a temperatura empregados neste processo são essenciais para determinar a concentração e os tipos dos compostos de aromas e sabor que serão gerados no cacau. Os diferentes parâmetros de torração são empregados conforme o tipo de produto que se pretende fabricar (OWUSU *et al.* 2012).

Para ser torrado, o cacau pode estar em diferentes formas: amêndoas inteiras, *nibs* (amêndoas fragmentadas em pedaços menores com separação dos cotilédones da casca e do gérmen) ou em forma de uma massa líquida, a pasta de cacau, também chamada de *liquor* de cacau.

Paralelamente ao desenvolvimento do sabor de chocolate, durante a torração ocorre o desenvolvimento da cor típica do chocolate, redução dos teores dos ácidos voláteis, como os ácidos acético, propiônico, butírico, valérico, os quais, em excesso, são indesejáveis ao sabor do produto final, também a inativação das enzimas, principalmente as lipolíticas, capazes de degradar a manteiga do cacau e redução do teor de água das amêndoas, de aproximadamente 8% para cerca de 2% (DRUMMOND, 1998, OWUSU *et al.* 2012).

O desenvolvimento do sabor de cacau na torração é um fenômeno complexo que não depende somente dos parâmetros empregados na torração, mas também da composição química das amêndoas. Embora os processos anteriores e os seguintes sejam importantes para o desenvolvimento do sabor, que amplia a interação complexa entre os precursores do sabor e os resultados nos sabores do chocolate. Antes da torração a amêndoa pode ter adstringência, gostos amargo, ácido, mofado, nozes e ou mesmo um tipo de chocolate. A torração reduz a acidez, pois ocorre a diminuição nas concentrações de ácidos voláteis, principalmente o ácido acético. A concentração de ácidos não voláteis, por exemplo, oxálico, cítrico, tartárico e láctico, não são influenciados pela torração. Depois da torração as amêndoas possuem o aroma intenso do cacau (BECKETT, 1994; CROS, 1999).

Independentemente da técnica utilizada na torração, os precursores do sabor desenvolvido durante a fermentação e secagem desempenham um importante papel na formação do sabor durante a torração, por meio da reação de Maillard, caramelização dos açúcares, degradação de proteínas e síntese de compostos de enxofre. Assim a torração não só leva à formação de novos

compostos, mas também aumenta o teor daqueles já presentes nas amêndoas previamente à torração (CROS, 1999).

2.5.5 Moagem e obtenção do liquor

Após a quebra das amêndoas fermentadas, secas e torradas, já desprovidas das cascas e germen, seguem-se a moagem dos *nibs* e o refino para obtenção do *liquor*. Os objetivos são: reduzir suficientemente o tamanho das partículas de cacau para que possam ser transformadas em chocolate e principalmente remover o máximo de gordura possível, melhorando a viscosidade do *liquor* e facilitando a subsequente separação das frações torta e manteiga de cacau (LUCCAS, 2001; BECKETT, 2008 *apud* COPETTI, 2009).

2.5.6 Prensagem e obtenção da torta e manteiga de cacau

Através da prensagem do *liquor* obtém-se a manteiga de cacau natural, que é então filtrada. A desodorização é opcional e serve para remoção parcial de ácidos graxos livres e algumas substâncias voláteis. A torta resultante, com teor mínimo de gordura por volta de 10%, pode ser alcalinizada, adicionada de lecitina e utilizada na fabricação de diversos alimentos em pó tais como chocolate, achocolatados e *cappuccinos*, bem como na fabricação de chocolates compostos ou fantasia (LUCCAS, 2001).

2.6 Processamento do Chocolate

A fabricação de chocolate em barra, pelo método convencional é composta de seis etapas básicas: mistura, refino, conchagem, temperagem, moldagem e resfriamento.

2.6.1 Mistura e refino

Nesta fase os produtos de cacau e os outros ingredientes são misturados até a obtenção de uma massa homogênea e com consistência plástica adequada ao refino. Essa etapa é feita, em geral, em tachos encamisados a 40 °C, para garantir que a manteiga de cacau permaneça fundida.

O refino é de extrema importância, já que reduz o tamanho dos cristais de açúcares na boca durante a degustação do chocolate. O teor de gordura influencia esta etapa, sendo que massas muito secas (com menores teores de gordura) são refinadas mais rapidamente, porém, apresentam tamanho de partículas mais elevado que o ideal. Por outro lado, um teor elevado de gordura faz com que a massa fique muito fluida, deslizando lentamente nos cilindros de refino. Dessa forma, permanece maior tempo nos cilindros, provocando diminuição excessiva do tamanho de partículas (LUCCAS, 2001).

2.6.2 Conchagem

As principais finalidades da conchagem são de refinar ou “arredondar” o sabor de chocolate, além de melhorar as propriedades de textura do produto. Durante esta etapa o chocolate é agitado continuamente durante longos tempos, geralmente sob temperaturas de 45 a 100 °C, dando lugar a diversas transformações físicas e químicas paralelas, ocorrendo redução da acidez (eliminação de ácidos voláteis indesejáveis), ativação da reação de Maillard (aperfeiçoamento da cor e do sabor) e redução da umidade. Com o progresso do tempo, as propriedades do fluido também melhoram. Isso ocorre, principalmente, devido à redução do conteúdo de umidade e com a dispersão dos sólidos na gordura fluida.

A conchagem pode ser realizada de três fases consecutivas: fase seca, fase plástica e fase líquida. A fase seca é realizada com a massa do refino, onde às forças de compressão e cisalhamento da massa, favorecem a eliminação de substâncias voláteis arrastadas juntamente com a umidade evaporada. Na fase plástica, é adicionada a gordura remanescente da formulação, proporcionando

maior envolvimento das partículas de cacau e ingredientes pela fase gordurosa, melhorando as características reológicas e de fusão do chocolate. A redução final da viscosidade se dá, usualmente, no final do processo durante a última fase, denominada fase líquida, quando se realiza a adição de emulsificante, que geralmente é a lecitina de soja. Após a conchagem, tem-se o chocolate pronto, com teor de umidade inferior a 2%, necessitando ser pré-cristalizado ou temperado antes de adquirir a forma final durante o resfriamento em moldes (LUCCAS, 2001; COPETTI, 2009).

2.6.3 Temperagem, resfriamento e moldagem

A manteiga de cacau, quando cristalizada na forma estável, responde por diversas características de qualidade do chocolate, como brilho, contração do volume facilitando a desmoldagem, dureza e quebra à temperatura ambiente, rápida e completa fusão na boca, rápido desprendimento do aroma e do sabor na degustação (COHEN *et al.*, 2004 *apud* COPETTI, 2009).

Devido à natureza polifórmica da manteiga de cacau, o chocolate deve ser pré-cristalizado ou temperado antes das etapas de moldagem ou de recobrimento. O processo de temperagem poder ser dividido em três etapas: na primeira etapa o chocolate é derretido a 45-50 °C com o objetivo de destruir qualquer forma cristalina presente. Em seguida, é realizado um resfriamento lento, sob movimentação constante da massa, até a temperatura de cristalização, que deve ser adequada para o crescimento de cristais do Tipo V. Nesta etapa, também se formam cristais instáveis. A terceira e última etapa consiste em elevar a temperatura do chocolate o suficiente para ocorrer a fusão dos cristais instáveis, conferindo ao chocolate propriedades reológicas adequadas para a moldagem ou recobrimento. Cerca de 2-4% da gordura presente na formulação é cristalizada na temperagem, sendo que o restante será cristalizada durante o resfriamento e armazenamento (LUCCAS, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material Vegetal

O estudo foi realizado com material de duas safras:

- Safra I: 23 variedades (BJ 11, CA 1.4, COMUM, CCN 10, CCN 51, EET 397, FA 13, FM 31, LP 06, PAIN 9316, PH 16, PH 129, PS 10.30, PS 13.19, PS 40.7, SJ 02, TSAN 792, TSH 516, TSH 565, TSH 1188, VB 515, VB 1128, VB 1151), colhidas e fermentadas entre novembro de 2010 e janeiro de 2011;

- Safra II: mesmas variedades da safra I, com exceção do cultivar SJ 02, colhidas e fermentadas entre maio e agosto de 2012.

As variedades escolhidas para realização deste trabalho apresentam alto potencial de resistência a doenças como a vassoura-de-bruxa, bons resultados em produtividade e algumas já apresentam auto-compatibilidade, diferente dos materiais analisados por EFRAIM (2009), permitindo contribuir com a avaliação da qualidade tecnológica no Brasil, contribuindo tanto com os programas de melhoramento genético quanto com os produtores.

3.2 Pré-Processamento

O pré-processamento para a obtenção das amêndoas fermentadas e secas foi padronizado em ambas as safras, seguindo os mesmos protocolos. Os frutos foram quebrados para obtenção de 340 a 380 kg de sementes com polpa para cada material, que foram fermentadas em caixas de madeira de 70 x 70 x 80 cm (Figura 2). Foram realizados revolvimentos para oxigenação e homogeneização do processo fermentativo conforme a temperatura da massa em fermentação (BAREL, 1997). Posteriormente, as amêndoas foram secas ao sol em sistemas tipo estufas cobertas com plástico durante 5 a 7 dias até umidade próxima a 8%

(Figura 3). A altura de amêndoas sobrepostas na superfície de secagem era de aproximadamente 3 cm.

As etapas anteriores foram realizadas na Fazenda Paineiras da Empresa M. Libânio Agrícola S.A., no município de Gandu, Bahia.



Figura 2. Caixas de fermentação utilizadas no estudo



Figura 3. Estufa para secagem solar das amêndoas de cacau do estudo

3.3 Processamento das Amêndoas de Cacau e dos Chocolates

O fluxograma de processamento utilizado a partir das amêndoas fermentadas e secas para os materiais de ambas as safras está apresentado na Figura 4.

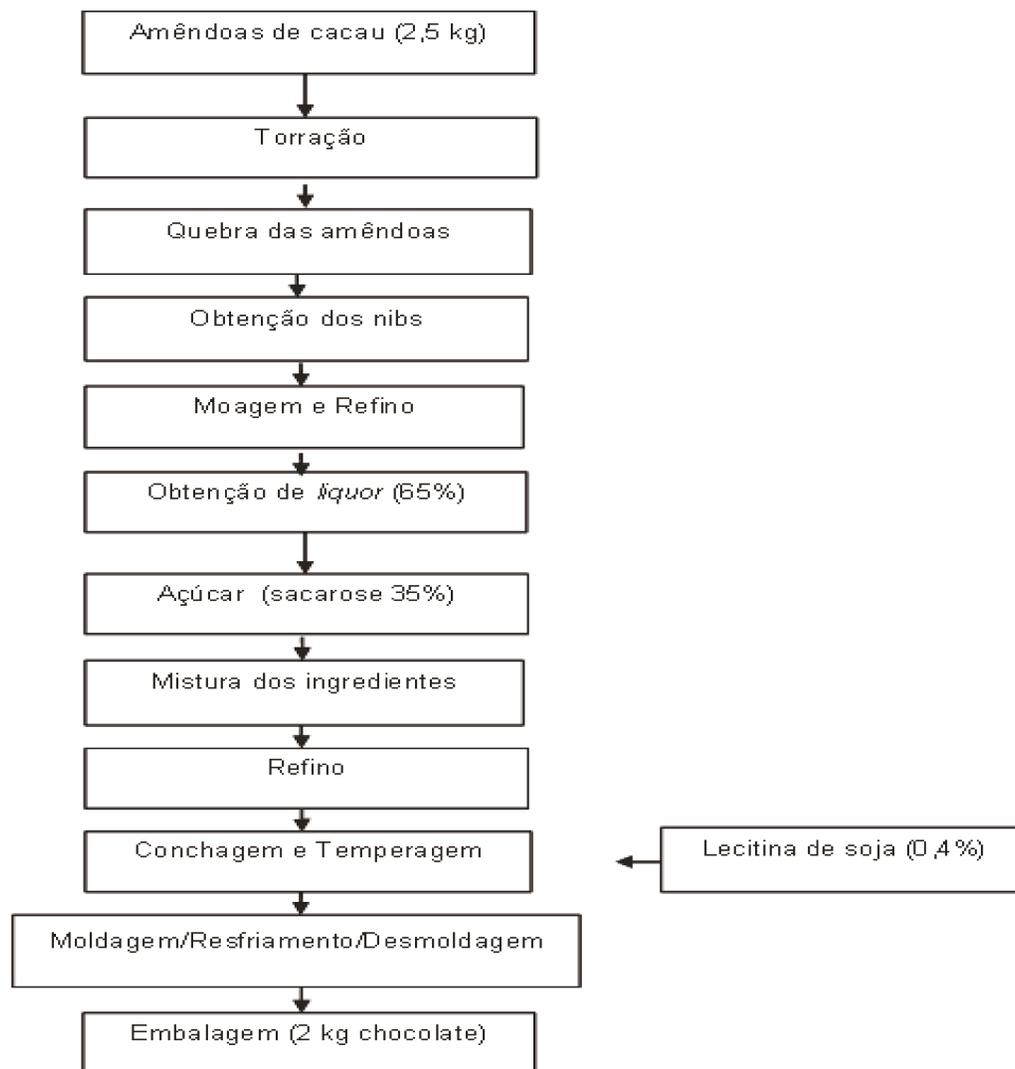


Figura 4. Processamento das amêndoas de cacau para obtenção de *liquor* e chocolate.

Para o processamento das safras I e II, foram utilizados 2,5 kg de amêndoas de cacau fermentadas e secas. A torração foi realizada em forno

elétrico rotativo (JAF Inox, Tambaú, SP) a 140 °C (na camisa) durante 60 minutos. Em seguida, as amêndoas foram quebradas em fragmentos (*nibs*) e foram separados testa (casca que envolve as amêndoas) e gérmen em equipamento Descascador de 5 “Decks” (JAF Inox, Tambaú, SP) dotado de moinho de martelos. Os *nibs* obtidos foram triturados em liquidificador doméstico. A massa de cacau da safra I foi refinada em moinho de três cilindros horizontais encamisados (Draiswerke GMBH, Mannheim, Waldhof) resfriados com água fria para a obtenção de *liquor* com faixa granulométrica entre 25 e 30 μm . A massa da safra II foi refinada em moinho de três cilindros horizontais encamisados (Jaf Inox, Tambaú, SP).

Foram produzidos 2 kg de chocolates do tipo amargo, contendo 65% de *liquor* de cacau e 35% de açúcar refinado União. Os *liquors* de cada material da safra I foram misturados ao açúcar em misturador encamisado (Inco) com capacidade para 5 L. Os *liquors* da safra II foram misturados ao açúcar em um misturador encamisado (Jaf Inox, Tambaú, SP) com capacidade para 5 L. Posteriormente, a mistura foi refinada em um único estágio, utilizando-se moinho de cilindros para a obtenção dos *liquors*. O diâmetro máximo das partículas foi controlado com micrômetro digital com escala de 0-25 mm (Mitutoyo) de forma a permanecer entre 20 e 25 μm . A conchagem foi realizada a 70 °C durante 12 horas em misturador encamisado. Após 4 horas de conchagem foram adicionados, sobre o peso total da formulação, 0,4% de lecitina de soja Solec CH - (The Solae Company).

A temperagem foi realizada manualmente em mesa de mármore. A massa de chocolate foi aquecida a $50 \pm 1,0$ °C e em seguida resfriada, sob movimentação constante até $29 \pm 1,0$ °C, a uma taxa de 2 °C/min. Para o controle da pré-cristalização, utilizou-se um temperímetro (Sollich E3) e foram considerados os índices de temperagem entre 4,0 e 6,0. A dosagem do chocolate foi realizada manualmente em moldes pré-aquecidos de polipropileno no formato de barras retangulares. Em seguida foi realizada vibração dos moldes para eliminação de bolhas de ar. As amostras foram resfriadas em túnel de

resfriamento (TRS Siaht, Jundiaí, SP), mantido a $10 \pm 2,0$ °C na posição central e entre 14 e 17 °C na entrada e saída, com velocidade da esteira de 1,0 m/mim. Em seguida os chocolates foram desmoldados, embalados em papel aluminizado e armazenados em câmara a 18 °C.

3.4 Análise Sensorial

3.4.1 Análise descritiva Quantitativa

- a. Pré-Seleção, Desenvolvimento da Terminologia Descritiva e Materiais de Referência.

Os candidatos interessados em formar a equipe de ADQ foram recrutados por meio da entrega de um formulário de pré-seleção. No intuito de selecionar aqueles com boa habilidade de discriminar as amostras, foi aplicado um teste em que os mesmos deveriam distinguir duas amostras comerciais de chocolate meio amargo, diferentes quanto à doçura ao nível de significância de 1% submetendo-os a uma série de análises triangulares sequenciais de WALD (Figura 5) (AMERINE *et al.*, 1965). Para estabelecer a diferença entre essas duas amostras foi realizado um teste pareado, com 12 candidatos, onde foram apresentadas quatro amostras comerciais de chocolate meio amargo, sendo que as duas amostras que apresentaram diferença ao nível de significância de 1% entre si, foram utilizadas na análise sequencial (Figura 6). A aprovação do protocolo de pesquisa envolvendo humanos é apresentada no Apêndice A.

Ficha análise triangular sequencial	
Nome: _____	Data: ____
<p>Você está recebendo três amostras codificadas de chocolate meio amargo. Dentre as amostras, duas são iguais e uma é diferente. Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita e identifique com um círculo a amostra diferente.</p>	
<p>_____</p>	
Comentários: _____	

Figura 5. Ficha sensorial utilizada na análise triangular sequencial para seleção da equipe de provadores

Ficha teste Pareado	
Nome: _____	Data: / /
<p>Você está recebendo duas amostras codificadas de chocolate meio amargo. Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita e identifique com um círculo a amostra mais doce.</p>	
<p>_____</p>	
Comentários: _____	

Figura 6. Ficha sensorial utilizada no teste parado para seleção da equipe de provadores.

Para decisão quanto à aceitação ou rejeição de um candidato como provador foi aplicado o teste triangular sequencial. Foram definidos alguns parâmetros através da fórmula apresentada na Figura 7.

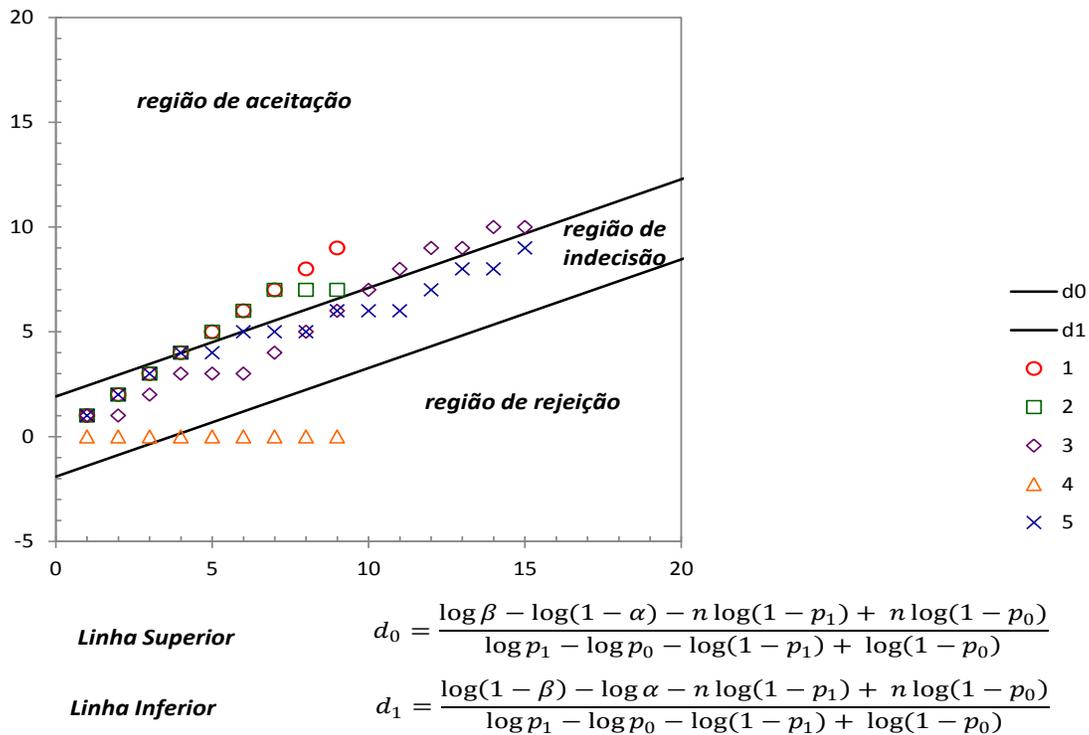


Figura 7. Exemplo do gráfico utilizado como base para a aplicação dos testes em análise sequencial de Wald, adaptado. Fonte: MEILGAARD *et al.* (1999).

Na Figura 7, p indica a proporção de respostas corretas de um candidato que foi submetido a testes triangulares indefinidamente, p_0 foi definido como valor abaixo do qual o candidato deve ser rejeitado (máxima inabilidade aceitável); p_1 como o valor mínimo para que o candidato fosse aceito como provador (mínima habilidade aceitável); α foi definido como a probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial e β como a probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial (AMERINE *et al.*, 1965).

Os candidatos foram então avaliados de acordo com seu desempenho em relação a duas retas construídas a partir dos parâmetros p_0 , p_1 , α e β , que delimitam as regiões de aceitação, rejeição ou intermediária, na qual deve-se prosseguir com os testes (Figura 7). Para a seleção dos provadores, foram utilizados os valores: $p_0 = 0,33$, $p_1=0,70$ e para os riscos $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,05$ (AMERINE *et al.*, 1965). Portanto, foram aceitos os candidatos com habilidade

superior a 0,70 e foram rejeitados os candidatos com habilidade inferior a 0,33, com probabilidade de 0,05 de aceitar um candidato inadequado e de rejeitar um candidato adequado.

Por meio da análise sequencial dos candidatos foi possível pré-selecionar os provadores, os quais desenvolveram uma lista com os termos descritivos das amostras de chocolate amargo através do Método de Kelly (Repertory Grid Keily's Method) descrito por Moskowitz (1983), sendo que as amostras foram apresentadas aos pares para os provadores e esses, utilizando uma ficha sensorial, foram solicitados a descrever as similaridade e diferenças entre as amostras (Figura 8). Os termos desenvolvidos foram discutidos com a equipe e uma lista consensual de termos mais citados pelos provadores foi composta. Em tal ficha de avaliação, os termos eram acompanhados de uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos da esquerda e direita, de acordo com a intensidade, como por exemplo pouco e muito ou nenhum e muito, dependendo do atributo avaliado.

Em seguida, os provadores elaboraram, de forma consensual, uma lista contendo a definição de cada termo descritor selecionado e seus respectivos materiais de referência que representavam os pontos mínimo e máximo da escalada definida.

Ficha de similaridades e diferenças

Nome: _____ Data / /

Você está recebendo duas amostras de chocolate amargo. Por favor, avalie as similaridades e diferenças entre cada par de amostras quanto ao Sabor e Aroma.

Amostras _____

Sabor

Aroma

Figura 8. Ficha sensorial utilizada para definição dos termos descritores, a partir das similaridades e diferenças.

b. Treinamento

Os provadores foram reunidos em sessões para apresentação e avaliação dos materiais de referência, correspondentes aos extremos das escalas de cada termo definido, assim como apresentação das amostras de chocolate.

Em cada sessão de treinamento foi solicitada a avaliação da intensidade de cada atributo nas amostras, por meio da ficha de avaliação dos termos descritores e listas de definição dos descritores e materiais de referência (Figura 9). Antes do início das sessões, o líder discutia os resultados da sessão anterior, solicitando aos provadores que mantivessem o foco na memorização das referências nas quais o provador e/ou a equipe estivessem apresentando dificuldades. Foram realizadas oito sessões de treinamento até que os provadores não demonstrassem dificuldades em avaliar as amostras.

Como a análise das amostras das safras I e II foi realizada em períodos distintos, para análise dos chocolates da safra II, alguns dos provadores que

participaram do treinamento da safra I, foram submetidos a mais seis treinamentos utilizando a mesma ficha de avaliação e referências elaboradas anteriormente.



Figura 9. Fotografia da forma de disponibilização dos materiais de referência durante os treinamentos.

c. Seleção dos Provadores

Após o treinamento foi realizada a seleção final dos provadores para compor a equipe de ADQ com base na capacidade de discriminarem as amostras, apresentarem boa reprodutibilidade e produzirem resultados consensuais com os demais membros da equipe. Para tanto foram avaliadas três amostras de chocolate amargo, entre as 23 estudadas, e foi aplicado delineamento experimental de blocos completos balanceados. Todos os provadores avaliaram as amostras apresentadas de forma monádica, em três repetições e em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos/FEA/UNICAMP.

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância Univariada (ANOVA). Selecionou-se provadores com base no seu poder discriminativo ($p_{\text{amostra}} \leq 0,50$), reprodutibilidade ($p_{\text{repetição}} \geq 0,05$) e consenso com a equipe para a quase totalidade dos atributos (Apêndice B).

d. Perfil Sensorial das Variedades de Cacau

O levantamento do perfil sensorial dos chocolates do tipo amargo das 23 variedades de cacau das safras I e das 22 variedades da safra II foi realizado utilizando-se delineamento de blocos completos balanceados conforme sugerido por MacFIE *et al.* (1989), com três repetições e apresentação monádica. As amostras foram servidas sob luz branca e a temperatura do laboratório foi mantida em aproximadamente 23 °C. Os provadores receberam a lista de definição dos termos descritivos e dos materiais de referência das intensidades mínima e máxima dos atributos avaliados para auxiliar no momento da análise. Foram oferecidos água e biscoito tipo água e sal para ajudar na limpeza dos receptores gustativos entre uma amostra e outra.

3.4.2 Teste de aceitação dos chocolates das 23 variedades

O teste de aceitação foi realizado com, no mínimo, 50 consumidores de chocolate amargo por sessão, por meio de delineamento de blocos incompletos não balanceados, totalizando 491 consumidores de chocolate nas duas safras, sem restrição de idade, sexo e classe social utilizando ficha com escala hedônica estruturada de nove pontos.

Foram avaliados: aroma e sabor de chocolate, derretimento do chocolate na boca, amargor, acidez, dureza ou força necessária para a quebra do chocolate e impressão global, por meio de uma escala de 9 pontos ancorados da seguinte forma: 9 “gostei muitíssimo”, 8 “gostei muito”, 7 “gostei moderadamente”, 6 “gostei ligeiramente”, 5 “nem gostei nem desgostei”, 4 “desgostei ligeiramente”, 3 “desgostei moderadamente”, 2 “desgostei muito” e 1 “desgostei muitíssimo” (Figura 10).

Foi avaliada ainda a intenção de compra, utilizando uma escala de 5 pontos: 1 “certamente compraria”, 2 “provavelmente compraria”, 3 “tenho dúvidas se compraria”, 4 “provavelmente não compraria” e 5 “certamente não compraria”.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CHOCOLATE AMARGO

Nome: _____ Data _____ Idade _____

Você está recebendo uma amostra de chocolate amargo. Por favor, observe, aspire, prove e avalie a amostra de chocolate e de acordo com a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou em relação a cada atributo:

Notas		Atributos	Código da amostra:	Código da amostra:	Código da amostra:
			Nota	Nota	Nota
9	Gostei muitíssimo				
8	Gostei muito				
7	Gostei moderadamente	Aroma			
6	Gostei ligeiramente	Sabor			
5	Nem gostei nem desgostei	Derretimento (rapidez com a qual o chocolate se funde na boca)			
4	Desgostei ligeiramente	Dureza (força para quebrar o chocolate na primeira mordida)			
3	Desgostei moderadamente	Amargor			
2	Desgostei muito	Acidez			
1	Desgostei muitíssimo	Impressão Global			

Se este produto estivesse à venda você:

Escala	Amostra	Nota
1 Certamente compraria		
2 Provavelmente compraria		
3 Tenho dúvidas se compraria		
4 Provavelmente não compraria compraria		
5 Certamente não compraria		

Figura 10. Ficha utilizada no teste de aceitação sensorial para avaliação de 23 amostras de chocolate amargo de diferentes variedades de cacau.

QUESTIONÁRIO	
1)Quais os tipos de chocolate que você mais consome?	
() Branco	
() Ao Leite	
() Meio Amargo	
() Amargo	
() Outros	
1.1) Se respondeu outros, por favor responda. Quais?	
<hr/>	
2) Com que frequência você consome chocolate?	
() 1 vez por semana	
() 2 ou 3 vezes por semana	
() 4 ou 5 vezes por semana	
() 6 ou 7 vezes por semana	
() Mais de uma vez ao dia	
3)Quais marcas de chocolate você mais consome ?	

Figura 10 continuação. Ficha utilizada no teste de aceitação sensorial para avaliação de 23 amostras de chocolate amargo de diferentes variedades de cacau.

3.5 Determinações físicas, químicas e físico-químicas

As determinações foram realizadas somente nas amostras da safra I.

3.5.1 Amêndoas de cacau

a) Densidade Aparente: as amêndoas foram colocadas em proveta de 250 mL as quais foram dispostas em sistema granutest com vibração por 10 min/replicata/amostra para acomodação das amêndoas. Em seguida, verificou-se o volume ocupado. A densidade aparente foi expressa através da relação entre a massa por unidade de volume (BRASIL, 2008).

b) Prova de Corte: Foi realizada segundo a Instrução Normativa nº 57, de 12 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008). Foram coletadas ao acaso 100 amêndoas de

cacau em triplicata, às quais foram avaliadas, externamente quanto à massa, aroma externo e aparência geral. Observou-se a presença de amêndoas achatadas, germinadas, duplas, quebradas e de fungos visíveis na casca. Em seguida, as amêndoas foram cortadas longitudinalmente e avaliadas quanto à cor dos cotilédones (marrom, violeta, branca e ardósia) e a compartimentação (bem, parcialmente ou pouco compartimentados), além da presença de defeitos como presença de fungos, infestação.

c) Composição das amêndoas em frações: 100 amêndoas foram pesadas e descascadas manualmente, separando-se testa, gérmen e cotilédones. Tais frações foram pesadas e os valores foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2008).

d) pH e acidez total titulável: As determinações de pH e acidez total titulável foram realizadas, respectivamente, pelos métodos 970.21 e 942.15 (HORWITZ, 2005).

e) Umidade: utilizou-se equipamento de análise por infra-vermelho (Gehaka IV 2002). Previamente ao início das determinações foi feita curva de avaliação/calibração de forma comparativa utilizando amostras de cacau com diferentes umidades, as quais foram paralelamente analisadas conforme o método oficial 931.04 (HORWITZ, 2005).

3.5.2 *Liquor*

3.5.2.1 Teor de teobromina e cafeína

a. Condições cromatográficas:

A quantificação foi realizada com algumas modificações seguindo o procedimento descrito por Risner *et al.* (2008). Alíquotas de 20 µL foram injetadas

em um cromatógrafo líquido Shimadzu (Columbia, MD, USA) acoplado ao detector de arranjo de diodos (DAD) com comprimento de onda de 273 nm, coluna Symmetry C18 (4.6 x75 mm x 3.5 μm)(Waters, Milford, MA, USA), temperatura 25 $^{\circ}\text{C}$, fluxo 0,5 mL.min⁻¹, modo gradiente com fase móvel (A) (ácido acético 3%) e (B) (metanol). O gradiente foi iniciado com 15% de solvente B, passando para 30% em 2 min e mantendo esta concentração até 5 min, decrescendo para 15% até 6 min e mantendo esta concentração até 10 min. As amostras foram filtradas em microfiltros de PTFE com porosidade de 0,45 μm (MILLIPORE, São Paulo, Brazil) e injetadas em triplicata.

b. Condições utilizadas:

Foram usados os solventes para as análises cromatográficas com grau HPLC (Mallincrodt, Lexington, KY, USA) e água nanofiltrada em sistema Milli-Q (Millipore, São Paulo, Brasil). Os padrões de teobromina e cafeína foram obtidos da empresa Sigma Chemical (St. Louis, MO, USA).

c. Análise quantitativa:

A quantificação foi realizada através do método de padrão externo. Utilizou-se soluções padrão de concentrações conhecidas de cafeína (100, 80, 60, 40 e 20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) e teobromina (300, 240, 180, 120 e 60 $\mu\text{g.mL}^{-1}$). Os padrões foram injetados em triplicata e obtiveram-se os cromatogramas correspondentes a cada um. Os gráficos foram obtidos com 5 pontos de concentração relacionando-se as áreas obtidas com as respectivas concentrações.

3.5.2.2 Teor de polifenóis totais

Foi avaliado conforme Efraim *et al.* (2006). Para a extração dos compostos, foram pesados 100,0 mg de amostra desengordurada em tubos de centrífuga, aos

quais acrescentou-se 5 mL de solução de acetona 70%. Os tubos vedados foram agitados por 20 minutos a 4 °C e centrifugados a 4200 g. Em balões volumétricos, foram adicionados os seguintes reagentes: 60 mL de água destilada; 0,5 mL do sobrenadante obtido na extração da amostra; 5 mL do reagente Folin-Cicoteau e 15 mL de uma solução com 20% de carbonato de sódio, 1,2% de tartarato de sódio e 800 mL de água. O tartarato de sódio foi utilizado como catalisador da reação colorimétrica. Controlou-se o tempo para que a última solução (carbonato de sódio) fosse adicionada entre 30 segundos e 8 minutos desde a adição do reagente de Folin- Cicoteau. Os balões foram deixados durante 30 minutos em temperatura ambiente antes da leitura, que foi feita em um espectrômetro Beckmann, modelo DU70 a 765 nm. A curva padrão foi feita utilizando-se ácido tânico da marca Sigma.

3.5.3 Análises estatísticas

Para o perfil sensorial, os valores obtidos nas safras I e II foram submetidos à Análise de Variância Univariada (ANOVA) de dois fatores (amostra e provador), e ao teste de Tukey para comparação de médias. Foi também aplicada Análise Multivariada (MANOVA e ACP), utilizando-se o pacote Statistical Analysis System – SAS versão 9.2 (2009).

Os dados obtidos no teste de aceitação foram submetidos a análises de variância multivariada e univariada com a consideração das fontes de variação: variedade e provador (PROC GLM - SAS INSTITUTE, 2009) considerando a estrutura de blocos incompletos. Também foi analisada a tendência de agrupamento das variedades estudadas (PROC CLUSTER - SAS INSTITUTE, 2009) utilizando-se as médias de cada variedade corrigidas para os efeitos de provadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Safra I

4.1.1 Caracterização físico-química

4.1.1.1 Caracterização das amêndoas

Os resultados da caracterização física e físico-química das amêndoas das diferentes variedades estudadas podem ser observados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Resultados dos dados da análise física realizada nas amêndoas das vinte e três variedades.

Variedades	Densidade aparente (g/cm)	Massa de 100 amêndoas	N° amêndoas/100g	Composição em fração (%)		
				Casca	Cotilédone	Gémen
BJ 11	0,44 ± 0,01	95,63 ± 1,91	104 ± 2	16,83	82,18	0,99
CA 1.4	0,54 ± 0,01	223,20 ± 5,15	44 ± 5	14,40	82,9	2,70
CCN 10	0,48 ± 0,01	200,90 ± 1,69	50 ± 2	12,41	84,32	3,27
CCN 51	0,48 ± 0,01	143,53 ± 2,46	69 ± 2	25,97	72,13	1,90
COMUM	0,49 ± 0,01	105,13 ± 2,1	95 ± 2	16,06	82,93	1,00
EET 397	0,53 ± 0,08	118,73 ± 4,27	84 ± 4	26,39	72,78	0,82
FA 13	0,58 ± 0,07	101,55 ± 8,20	99 ± 8	14,48	82,25	3,26
FM 31	0,50 ± 0,01	126,10 ± 2,00	79 ± 2	10,62	88,17	1,21
LP 06	0,48 ± 0,01	97,56 ± 1,44	102 ± 1	17,16	81,9	0,94
PAIN 9316	0,47 ± 0,01	102,33 ± 1,56	97 ± 2	16,06	82,93	1,00
PH 16	0,42 ± 0,01	105,20 ± 2,39	95 ± 2	19,78	79,22	1,00
PH 129	0,53 ± 0,0	116,83 ± 5,65	85 ± 6	15,88	82,95	1,18
PS 10.30	0,45 ± 0,01	95,83 ± 1,91	104 ± 2	17,67	80,82	1,51
PS 13.19	0,41 ± 0,08	141,30 ± 1,90	70 ± 2	14,24	83,17	2,59
PS 40.7	0,34 ± 0,01	104,20 ± 1,01	96 ± 1	22,58	74,80	2,62
SJ 02	0,50 ± 0,0	129,47 ± 5,95	77 ± 6	16,16	82,83	1,01
TSAN 792	0,42 ± 0,07	110,20 ± 1,400	90 ± 1	22,51	74,14	3,35
TSH 516	0,52 ± 0,01	117,96 ± 1,62	84 ± 2	22,03	75,35	2,62
TSH 565	0,46 ± 0,01	125,23 ± 5,04	79 ± 5	15,43	83,78	0,79
TSH 1188	0,52 ± 0,01	130,70 ± 1,01	76 ± 1	14,88	82,46	2,66
VB515	0,53 ± 0,00	104,90 ± 2,97	95 ± 3	23,07	74,22	2,71
VB 1128	0,49 ± 0,01	87,00 ± 4,37	114 ± 4	23,76	75,43	0,81
VB 1151	0,44 ± 0,01	85,36 ± 0,31	117 ± 0	20,79	78,22	0,99

As amêndoas das variedades FA 13, CA 1.4, PH 129, EET 397 e VB 515 apresentaram a maior densidade aparente, e as amostras CA 1.4 e CCN 10 apresentaram a maior massa individual em relação às demais variedades. Cabe destacar que a variedade CA 1.4 apresentou sementes com tamanho maior que a média normalmente encontrada.

As amêndoas dos cultivares FM 31, BJ 11, SJ 02, CCN 10, PS 13.19, TSH 565, TSH 1188, CA 1.4, PS 10.30, LP 06, PAIN 9316, FA 13, COMUM e PH 129 apresentaram os maiores teor de cotilédone por 100 amêndoas, e as amostras CCN 51, VB 1128, VB 515 e EET 397 apresentaram os maiores teor de casca. Os maiores teor de gérmen foram observados em CCN 10, FA 13 e VB 515. Segundo Cubero *et al.* (1993) o tamanho da amêndoa e o seu peso são de grande importância para indústria de chocolate. Porém, é o teor de cotilédone que determina o rendimento, sendo assim é esperado que as amostras que apresentaram os maiores teor de cotilédone, tenham o maior rendimento quanto ao processamento.

Tabela 2. Resultados da avaliação da prova de corte nas amêndoas fermentadas e secas das vinte e três cultivares.

Variedades	Cor (%)						Compartimentação (%)			Defeitos (%)						
	M	M-V	V	Br	Br-V	A	BF	PF	MF	mf	acht	Grm	qbr	inf	mp	dpl
BJ 11	97,4	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	75,5	18,1	6,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	-	0,0
CA 1.4	38,0	13,0	43,6	0,0	5,4	0,0	19,3	43,7	36,9	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	-	-
CCN 10	47,1	16,0	25,8	7,9	3,3	0,0	88,4	4,5	7,1	-	-	0,3	9,3	-	-	-
CCN 51	62,5	32,7	4,1	0,0	0,7	0,0	58,9	34,7	6,4	1,7	0,0	0,0	0,3	0,0	-	-
COMUM	75,7	16,3	8,0	0,0	0,0	0,0	44,0	50,7	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
EET 397	58,7	35,3	0,0	0,0	6,0	0,0	29,0	40,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
FA 13	55,1	27,0	17,8	0,0	0,0	0,0	64,2	25,1	10,7	-	-	-	0,3	-	-	-
FM 31	31,5	59,3	9,2	0,0	0,0	0,0	48,0	42,6	9,5	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	-	0,3
LP 06	73,6	25,4	0,0	0,0	1,0	0,0	35,0	55,5	9,5	0,3	1,0	0,3	0,7	0,0	-	-
PAIN 9316	68,1	19,1	3,0	0,0	9,8	0,0	57,0	34,9	8,0	0,7	0,0	0,0	0	0,0	-	-
PH 16	92,9	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	76,5	20,1	3,4	0,7	0,7	0,3	0,3	0,0	-	-
PH 129	16,7	12,0	4,1	62,4	4,8	0,0	15,1	53,9	31,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	-	1,7
PS 10.30	82,9	0,0	3,2	0,0	13,9	0,0	47,4	42,2	10,4	1,0	1	-	1,3	-	-	-
PS 13.19	38,0	18,5	24,0	11,6	7,9	0,0	70,6	17,9	11,4	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	-	-
PS 40.7	45,8	25,0	8,3	0,0	20,8	0,0	60,4	27,1	12,5	-	1,0	-	3,0	-	-	-
SJ 02	73,9	9,5	12,9	0,0	1,0	2,7	57,3	20,7	22,1	0,3	0,0	0,0	1,0	0,0	-	0,3
TSAN 792	42,2	41,1	14,5	2,2	0,0	0,0	85,2	10,7	4,1	0,3	-	-	0,3	5	4	0,3
TSH 516	94,2	1,7	4,0	0,0	0,0	0,0	57,6	34,6	7,8	0,0	0,7	0,0	0,0	0,3	-	0,0
TSH 565	75,9	24,1	0,0	0,0	0,0	0,0	54,6	41,0	4,4	0,0	1,0	0,0	0,7	0,0	-	-
TSH 1188	78,4	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	50,3	37,7	12,0	-	-	-	-	-	-	-
VB515	80,2	19,1	0,7	0,0	0,0	0,0	38,1	47,7	14,3	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	-	-
VB 1128	61,0	32,3	5,7	0,0	1,0	0,0	27,0	48,7	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
VB 1151	75,6	4,5	1,3	0,0	18,6	0,0	67,0	24,8	8,2	0,7	0,3	0,0	0,0	0,7	-	4,3

As siglas correspondem às amêndoas com cotilédone M: marrom, M-V: marrom com partes violetas, V: violeta, B: branco, Br-V: branco com partes violetas, A: ardósia; BF, PF e MF correspondem a amêndoas bem, parcialmente e mal compartimentadas; mf, acht, grm, qbr, inf, mp e dpl correspondem aos defeitos encontrados no cotilédones, respectivamente mofo, achatas, germinadas, infestadas, com manchas pretas e amêndoas duplas.

As amêndoas da variedade PH 129 apresentaram a menor quantidade de amêndoas bem compartimentadas, o que permite inferir que não houve uma boa fermentação. A variedade CA 1.4 apresentou elevado teor de amêndoas com coloração violeta e também altas quantidades de amêndoas mal compartimentada em relação às demais variedades, podendo haver uma relação entre esses resultados e o fato do chocolate dessa variedade ter sido caracterizado como o mais amargo, ácido e adstringente pela equipe de ADQ e também receber menores notas médias no teste de aceitação com consumidores. As amostras LP 06 e VB 1128 apresentaram alta quantidade de amêndoas parcialmente fermentadas o que pode indicar que o tempo de fermentação foi curto, porém com base na análise sensorial essas amostras não apresentaram forte gosto ácido ou amargo. Entretanto, somente as variedades PH 16 e BJ 11 apresentaram valores mais altos de amêndoas com cotilédones marrons e bem compartimentadas.

Sabe-se que após a etapa de fermentação e secagem a compartimentação e a coloração marrom da amêndoa de cacau geralmente indicam que houve uma boa fermentação, onde séries de reações bioquímicas ocorrem formando os precursores do sabor do cacau (BRAUDEAU, 1970).

Por outro lado, deve-se ressaltar que a totalidade de amêndoas fermentadas de coloração marrom em um lote nem sempre é um indicativo de boa qualidade ou de uma fermentação bem conduzida, uma vez que as amêndoas ultrapassam o tempo fermentação podem apresentar cotilédones com coloração marrom e intensa compartimentação, porém, essa fermentação excessiva provoca a perda de precursores desejáveis como sabor e formação de compostos químicos (EFRAIM, 2009).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de pH, acidez total titulável e teor de umidade das amêndoas de cacau das 23 variedades estudadas.

Tabela 3. Valores de pH, acidez total titulável e teor de umidade das amêndoas fermentadas e secas das 23 variedades de cacau estudadas.

Variedades	pH	Acidez total titulável (meqNaOH/100g)	Teor de umidade (%)
BJ 11	5,23 ± 0,04 ^{abcd}	21,30 ± 1,29 ^{kl}	6,47 ± 0,03 ^{abcde}
CA 1.4	5,03 ± 0,01 ^{abcdef}	29,42 ± 1,50 ^{defgh}	5,97 ± 0,20 ^{defg}
CCN 10	5,17 ± 0,05 ^{abcde}	20,20 ± 0,54 ^{kl}	6,13 ± 0,07 ^{bcdef}
CCN 51	5,27 ± 0,24 ^{abcd}	24,72 ± 5,85 ^{ghijkl}	5,49 ± 0,23 ^{fgh}
COMUM	5,33 ± 0,07 ^{ab}	28,13 ± 0,20 ^{efghij}	6,70 ± 0,42 ^{abc}
EET 397	4,72 ± 0,01 ^f	38,75 ± 0,41 ^b	6,82 ± 0,17 ^{ab}
FA 13	5,07 ± 0,01 ^{abcdef}	30,72 ± 0,34 ^{cdefg}	5,02 ± 0,11 ^h
FM 31	4,89 ± 0,01 ^{def}	36,69 ± 0,88 ^{bc}	5,49 ± 0,20 ^{fgh}
LP 06	4,78 ± 0,01 ^{ef}	34,71 ± 0,95 ^{bcde}	6,92 ± 0,29 ^a
PAIN 9316	5,31 ± 0,09 ^{abc}	27,31 ± 0,54 ^{fghijk}	6,68 ± 0,42 ^{abc}
PH 129	4,91 ± 0,03 ^{cdef}	28,51 ± 0,17 ^{efghi}	6,46 ± 0,36 ^{abcde}
PH 16	4,86 ± 0,08 ^{def}	46,87 ± 0,17 ^a	6,51 ± 0,08 ^{abcde}
PS 10.30	4,91 ± 0,10 ^{cdef}	40,24 ± 0,51 ^{ab}	6,07 ± 0,03 ^{def}
PS 13.19	4,95 ± 0,18 ^{bcdef}	22,02 ± 0,00 ^{ijkl}	6,48 ± 0,13 ^{abcde}
PS 40.7	5,10 ± 0,04 ^{abcdef}	22,26 ± 0,34 ^{ijkl}	5,89 ± 0,02 ^{defg}
SJ 02	5,20 ± 0,24 ^{abcd}	24,62 ± 5,17 ^{ghijkl}	5,28 ± 0,07 ^{gh}
TSAN 792	5,36 ± 0,21 ^a	18,65 ± 1,77 ^l	5,70 ± 0,52 ^{fgh}
TSH 1188	4,89 ± 0,03 ^{cdef}	36,01 ± 0,07 ^{bcd}	5,82 ± 0,04 ^{efg}
TSH 516	5,05 ± 0,04 ^{abcdef}	24,33 ± 0,41 ^{ghijkl}	6,55 ± 0,16 ^{abcd}
TSH 565	4,74 ± 0,01 ^f	33,75 ± 2,86 ^{bcdef}	6,55 ± 0,07 ^{abcd}
VB 1128	4,78 ± 0,00 ^{ef}	29,52 ± 0,14 ^{defgh}	6,72 ± 0,11 ^{abc}
VB 1151	5,23 ± 0,01 ^{abcd}	23,46 ± 0,82 ^{hijkl}	6,92 ± 0,13 ^a
VB515	5,41 ± 0,02 ^a	21,54 ± 0,14 ^{ijkl}	5,50 ± 0,02 ^{fgh}
*D.M.S	0,4	7,2	0,7

*D.M.S.: Mínima diferença significativa. Valores de uma mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância)

De acordo com a Instrução Normativa nº 57 de 2008, amêndoas de cacau fermentadas e secas devem apresentar umidade inferior a 8%, de forma que as amêndoas utilizadas no estudo encontravam-se dentro do padrão (Tabela 3).

Os maiores valores de pH foram encontrados nas amostras VB 515, TSAN 792 e COMUM, que, juntamente com as amostras TSAN 792, CCN 10 e BJ 11

apresentaram os menores valores de acidez total titulável (próximos a 18,65 mEq NaOH/100g).

Nas amêndoas das variedades EET 397 e TSH 565 foram encontrados os menores valores de pH e essas amostras, juntamente com FM 31, LP 06, TSH 1188, apresentaram maior acidez total titulável. As amêndoas materiais PH 16 e PS 10.30 apresentaram maior acidez total titulável. De forma geral, houve pouca diferença estatística entre as amêndoas das variedades analisadas, porém verificou-se que quanto menor o pH das amostras, maior a acidez total titulável.

De acordo com Cohen e Jackix (2005) *apud* Efraim (2006), para amêndoas fermentadas e secas, a faixa de acidez desejada pela indústria situa-se entre 12 e 15 meq NaOH/100g. Considerando-se esse aspecto, todas as amostras apresentam valores de acidez total titulável acima dos valores recomendados.

Ziegleder (2009) caracterizou a acidez e o grau de fermentação de amêndoas de cacau da Malásia, Brasil, Indonésia, Republica Dominicana, Costa do Marfim, Gana, Nigéria e Equador da seguinte forma: amêndoas com alto pH (5,5 – 5,8) e ácido acético (0,44 – 0,55 g/100g) foram consideradas amêndoas com insuficiente ou baixa fermentação. As amêndoas com baixo pH (4,75 – 5,19) e ácido acético (0,52 – 0,82 g/100g) foram consideradas bem fermentadas. Aquelas com pH (5,20 – 5,49) e ácido acético (0,44 – 0,13 g/100g) foram consideradas como média fermentação. Desta forma é possível afirmar que as 23 amostras pesquisadas se encontram na faixa de baixo a médio pH. Porém a acidez total titulável está bastante elevada, o que poderia afetar no sabor dos chocolates produzidos, e sugere que o processo de secagem poderia ser mais efetivo nas amostras que apresentaram alta acidez.

Nos estudos de Holm *et al.* (1992) sobre o efeito de ácidos orgânicos no sabor de 54 amostras de cacau de diferentes regiões do mundo, a concentração de ácido acético variou de 1,3 a 11,8 g/kg, o pH variou de 4,6 a 5,8 e a acidez total de 0,08 a 0,31 meq NaOH/kg.

4.1.1.2 Avaliação do teor polifenóis totais, teobromina e cafeína no *liquor*

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das determinações de metilxantinas e compostos fenólicos totais no *liquor* de cacau das 23 variedades estudadas.

Tabela 4. Teores de metilxantinas e compostos fenólicos totais (em base seca) do *liquor* das 23 variedades estudadas

Variedades	Teor de teobromina (mg/g)	Teor de cafeína (mg/g)	Relação teobromina/cafeína	Teor de compostos fenólicos totais (%)
BJ 11	12,08 ± 0,74 ^{ghij}	2,37 ± 0,03 ^{ij}	5,09 ± 0,24 ^{fgh}	6,55 ± 0,43 ^{efg}
CA 1.4	13,77 ± 0,09 ^{abcdef}	2,72 ± 0,12 ^{efgh}	5,08 ± 0,18 ^{fgh}	8,77 ± 0,01 ^a
CCN 10	11,85 ± 0,14 ^{hij}	2,71 ± 0,03 ^{efgh}	4,37 ± 0,01 ^{hij}	7,43 ± 0,19 ^{bcde}
CCN 51	12,03 ± 0,09 ^{ghij}	1,94 ± 0,08 ^l	6,20 ± 0,30 ^{de}	6,91 ± 0,17 ^{cdefg}
COMUM	13,77 ± 0,44 ^{abcdef}	2,00 ± 0,06 ^{kl}	6,90 ± 0,01 ^{cd}	7,36 ± 0,01 ^{bcdef}
EET 397	12,88 ± 0,17 ^{defgh}	2,99 ± 0,06 ^{cde}	4,31 ± 0,03 ^{hij}	7,96 ± 0,10 ^{abc}
FA 13	14,31 ± 0,08 ^{abcd}	3,25 ± 0,11 ^{bc}	4,41 ± 0,13 ^{ghij}	8,41 ± 0,10 ^{ab}
FM 31	13,04 ± 0,10 ^{cdefgh}	1,71 ± 0,01 ^l	7,66 ± 0,01 ^{bc}	6,24 ± 0,18 ^{gh}
LP 06	11,08 ± 0,28 ^{ij}	2,80 ± 0,16 ^{efg}	3,96 ± 0,12 ^{ijk}	6,30 ± 0,22 ^{fgh}
PAIN 9316	15,22 ± 0,21 ^a	2,30 ± 0,08 ^l	6,64 ± 0,13 ^{de}	8,38 ± 0,05 ^{ab}
PH 16	12,04 ± 0,13 ^{ghij}	2,94 ± 0,09 ^{def}	4,10 ± 0,08 ^{ij}	5,40 ± 0,39 ^h
PH 129	12,59 ± 0,17 ^{efghi}	3,78 ± 0,13 ^a	3,33 ± 0,07 ^k	7,74 ± 0,43 ^{abcd}
PS 10.30	14,22 ± 0,02 ^{abcd}	2,70 ± 0,01 ^{fgh}	5,28 ± 0,01 ^{fg}	8,70 ± 0,50 ^a
PS 13.19	13,50 ± 0,15 ^{bcdefg}	2,82 ± 0,03 ^{efg}	4,79 ± 0,01 ^{ghi}	7,46 ± 0,12 ^{bcde}
PS 40.7	14,08 ± 0,16 ^{abcde}	2,43 ± 0,25 ^{hij}	5,81 ± 0,25 ^{ef}	8,73 ± 1,13 ^a
SJ 02	11,89 ± 0,15 ^{hij}	3,38 ± 0,07 ^b	3,52 ± 0,07 ^{jk}	6,94 ± 0,32 ^{cdefg}
TSAN 792	12,40 ± 0,23 ^{fghij}	2,64 ± 0,04 ^{ghi}	4,71 ± 0,04 ^{ghi}	6,12 ± 0,02 ^{gh}
TSH 516	12,54 ± 0,57 ^{efghi}	2,71 ± 0,06 ^{efgh}	4,63 ± 0,11 ^{ghi}	6,89 ± 0,39 ^{cdefg}
TSH 565	11,89 ± 0,03 ^{hij}	2,73 ± 0,01 ^{efg}	4,37 ± 0,03 ^{hij}	6,96 ± 0,10 ^{cdefg}
TSH 1188	12,88 ± 0,57 ^{defgh}	3,20 ± 0,04 ^{bcd}	4,04 ± 0,16 ^{ijk}	6,77 ± 0,20 ^{defg}
VB515	14,66 ± 1,26 ^{ab}	2,27 ± 0,04 ^{ijk}	6,48 ± 0,88 ^{de}	7,01 ± 0,20 ^{cdefg}
VB 1128	14,58 ± 0,19 ^{abc}	1,78 ± 0,01 ^l	8,22 ± 0,11 ^b	7,77 ± 0,22 ^{abcd}
VB 1151	10,90 ± 0,03 ^j	1,13 ± 0,12 ^l	9,70 ± 0,35 ^a	5,22 ± 0,15 ^h
*D.M.S.	1,6	0,3	0,9	1,1

*D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo teste de Tukey. Valores na mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey= 5%).

Na Figura 11 é apresentado comportamento da relação teobromina/cafeína em função do teor de cafeína no *liquor* das 23 variedades de cacau.

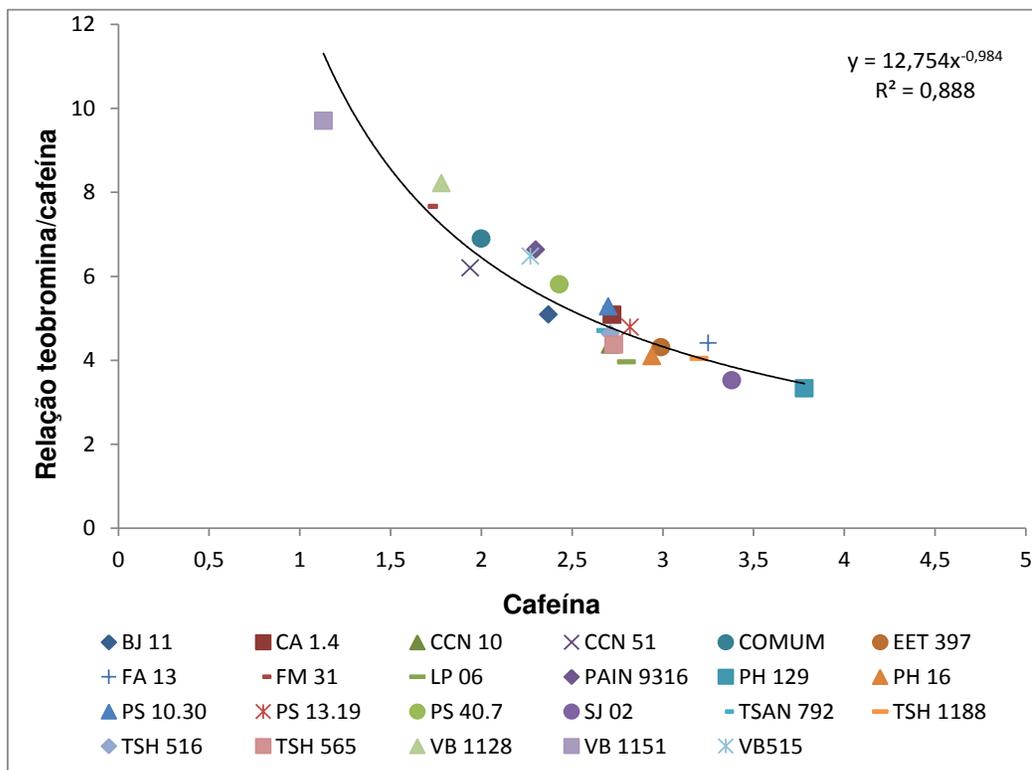


Figura 11. Modelo matemático do comportamento da relação teobromina/cafeína em função do teor de cafeína no *liquor* das 23 variedades de cacau.

Os *liquors* das variedades CA 1.4, COMUM, FA 13, PAIN 9316, PS 10.30, PS 40.7, VB 1128 e VB 515 apresentaram maior teor de teobromina em relação às demais variedades avaliadas, com valores que não se diferenciaram estatisticamente entre si.

Quanto ao teor de cafeína, as maiores concentrações foram encontradas para os *liquors* dos cultivares PH 129, FA 13, SJ 02 e TSH 1188. Considerando a relação teobromina/cafeína, as amostras VB 1151 e VB 1128 apresentaram os

maiores valores, com diferença significativa em relação aos demais *liquors* dos cultivares.

Existe diferença significativa entre as variedades pesquisadas quanto ao teor de metilxantinas, o que pode influenciar consideravelmente no sabor. Amores *et al.* (2006) demonstraram através de comparações realizadas com cacau Nacional do Equador *versus* cacau de Gana que as amostras pertencente ao grupo de Gana apresentam maior relação teobromina/cafeína e quanto maior a relação teobromina/cafeína, mais o perfil sensorial do cacau se aproxima do sabor *bulk*.

Por meio da Figura 11 observa-se uma tendência que indica que a relação teobromina/cafeína correlaciona-se ao teor de cafeína na amostra. O modelo matemático ajustado, do tipo exponencial, indica que, de forma geral, quanto maior o teor de cafeína, menor a relação teobromina/cafeína. Desta maneira, as amostras PH 129, SJ 02, TSH 1188, FA 13, PH 16 e EET 397 apresentaram os menores valores da relação teobromina/cafeína, e ao mesmo tempo, maior teor de cafeína em relação às demais amostras avaliadas. Cabe destacar que os chocolates dessas amostras foram caracterizados pela equipe treinada como os mais ácidos, amargos e adstringentes

Os *liquors* das variedades LP 06, PS 13.19, TSH 565, TSAN 792, CA 1.4, PS 10.30, BJ 11, PS 40.7, VB 515, TSH 516 e PAIN 9316 apresentaram valores intermediários da relação teobromina/cafeína, sendo que alguns dos chocolates dessas variedades foram caracterizados pela equipe treinada com notas de gosto doce e sabor de caramelo (BJ 11, TSH 565, TSAN 792 e VB 515) enquanto outros foram caracterizados com notas de gostos ácido e amargo e sensação adstringente.(CA 1.4, PS 40.7, PAIN 9316, LP 06, PS 13.19 e PS 10.30).

As amostras CCN 51, COMUM, FM 31, CCN 10, VB 1128 e VB 1151 apresentaram maiores valores para a relação teobromina/cafeína e menor teor de cafeína, sendo que os chocolates das variedades FM 31, VB 1151, CCN 51 e COMUM foram caracterizados pela equipe sensorial com maior intensidade de sabor caramelo e gosto doce. Entretanto, as amostras VB 1128 e CCN 10 foram

caracterizadas com notas para os gostos ácido e amargo e sensação adstringente.

Ao relacionar os valores encontrados de teobromina e cafeína nos *liquors* das variedades estudadas, observa-se resultados diferentes daqueles obtidos por Amores *et al.* (2006), visto que neste trabalho, as amostras que apresentaram menores valores para a relação teobromina/cafeína são, geralmente, aquelas que apresentaram perfil sensorial indicando maior intensidade para os gostos ácido e amargo e sensação adstringente, os quais são atributos associados com sabor de cacau *bulk* ou comum.

O teor de compostos fenólicos variou de 5,22 a 8,77% no *liquor* das 23 amostras. Os *liquors* das variedades que apresentaram maior teor foram CA 1.4, PS 40.7 e PS 10.30.

As amostras CA 1.4, EET 397, FA 13, PAIN 9316, PH 129, PS 10.30, PS 40.7 e VB 1128 apresentaram teor de compostos fenólicos totais no *liquor* que não se diferenciaram entre si ao nível de 5% de significância, de forma que esse pode ter sido um dos motivos pelos quais a equipe sensorial caracterizou algumas destas amostras como as mais adstringentes e amargas, levando a uma baixa aceitação de algumas delas por parte dos consumidores que as avaliaram sensorialmente no teste de aceitação.

Sabe-se que os polifenóis causam adstringência no chocolate e estes compostos estão presentes naturalmente nas sementes do cacau em teores que variam de 10 – 20% em peso seco (ZIEGLEDER, 2009). Osakabe *et al.* (1998) e Natsume *et al.* (2000) *apud* Efrain (2009), determinaram o teor de polifenóis totais em *liquors* de cacau de diferentes países, e encontram valores, respectivamente de 6,7 a 13% e de 1,2 a 6% de polifenóis totais nos *liquors*.

A semente de cacau tem alta concentração de compostos fenólicos. Alguns estudos apontam que essa concentração depende de características genéticas e também do processamento pelo qual ele é submetido, visto que a redução dos polifenóis ocorre, principalmente, durante as etapas de fermentação, secagem, alcalinização e conchagem (CROS, 1999). Luna *et al.* (2002) afirmam que existe

forte correlação entre os teores de polifenóis e alguns atributos sensoriais, especialmente com relação à adstringência. Misnawi *et al.* (2004) avaliaram as propriedades sensoriais de 140 *liquors* de cacau torrados a 120 °C em diferentes condições de tempo e distintas concentrações de polifenóis, observaram que uma maior concentração de polifenóis poderia diminuir o sabor característico de cacau, sendo que os polifenóis podem diminuir a ação de lubrificação da saliva devido à interação dos mesmos com proteínas afetando a degustação do *liquor* na boca, além da adstringência e gosto amargo que foram maiores com o aumento da concentração de polifenóis afetando também há percepção de outros sabores no *liquor*.

4.1.2 Análise descritiva quantitativa

- a) Pré-seleção dos voluntários e terminologia descritiva.

Dos 31 candidatos que participaram do teste de análise sequencial para compor a equipe descritiva, foram selecionados 17 que acertaram acima de 70% da análise realizada.

Através do Método de Kelly descrito por Moskowitz (1983) em que foram levantados 21 termos de avaliação dos chocolates, permaneceram 9 termos após discussão com a equipe, os quais compuseram a ficha de avaliação dos termos descritores (Figura 12 e Figura 13), e também a lista contendo a definição de cada termo descritor selecionado e seus respectivos materiais de referência.

Ficha para avaliação dos termos descritores selecionados pela equipe sensorial

NOME: _____ DATA: __/__/__

AMOSTRA: _____

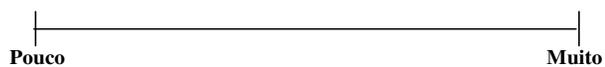
Repetição:

1	2	3
---	---	---

Por favor, para cada amostra prove os chocolates e avalie os atributos listados abaixo, utilizando a escala correspondente:

GOSTOS

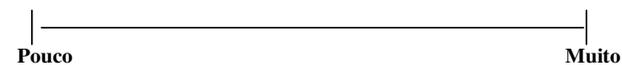
Ácido:



Amargo:



Doce:

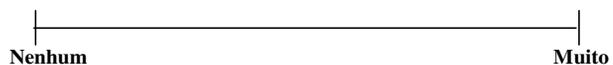


SABORES

Caramelo, mel:



Frutal



Chocolate/cacau:



Floral:



Sensação Bucal Adstringente:



AROMA

Chocolate/cacau:



Figura 12. Ficha para avaliação dos termos descritores selecionados pela equipe sensorial

Ficha com definição dos termos descritores e materiais de referência		
Descritores	Definições dos descritores	Materiais de referência
Ácido	Gosto ácido percebido durante a degustação do chocolate na boca;	Pouco: Chocolate meio amargo marca Cargill Genuine; Muito: <i>Liquor</i> Bonnat;
Amargo	Gosto associado à cafeína;	Pouco: Chocolate meio amargo marca Cargill Genuine + 10% de <i>liquor</i> Bonnat; Muito: <i>Liquor</i> Bonnat
Caramelo, mel	Sabor característico de açúcar processado termicamente, resultante da reação de caramelização;	Nenhum: Água; Muito: Chocolate meio amargo marca Harald Melken + 10 g de aroma de Caramelo marca Citromax;
Doce	Sabor doce percebido enquanto o chocolate permanece na boca;	Pouco: <i>Liquor</i> Bonnat; Muito: Chocolate meio amargo Harald Melken;
Adstringente	Sensação de secura na boca, aspereza na língua;	Pouco: Chocolate meio amargo marca Cargill Genuine; Muito: <i>Liquor</i> Bonnat
Frutal	Sabor associado à frutas cítricas (laranja, limão, tangerina) ou frutas vermelhas (amora, framboesa, mirtilo);	Nenhum: Chocolate meio amargo Cargill Genuine + 10% de <i>liquor</i> Bonnat; Muito: Chocolate meio amargo marca Cargill Genuine + 10% de <i>liquor</i> Bonnat + 0,05% aroma de laranja e frutas vermelhas marca Duas Rodas;
Chocolate/Cacau	Sabor característico de chocolate	Pouco: Compound; Muito: Chocolate em pó;
Floral	Sabor associado à flor de laranjeira, jasmim e outras.	Nenhum: Água Muito: Chocolate meio amargo marca Cargill Genuine + 10% de <i>liquor</i> Bonnat + 2% de aroma de flor de laranjeira marca Citromax;
AROMA		
Descritor	Definição do termo descritor	Materiais de referência
Chocolate/Cacau	Aroma característico de chocolate	Pouco: Chocolate ao leite marca Cargill Genuine; Muito: Chocolate amargo marca Cargill Genuine;

Figura 13. Ficha com definição dos termos descritores e materiais de referência

b) Seleção final da equipe de provadores

Na Tabela 5 são apresentados os valores de p_{Famostra} e $p_{\text{Frepetição}}$ referentes aos resultados do teste de seleção dos 17 julgadores da equipe treinada, em relação aos 9 descritores que compuseram a ficha descritiva quantitativa dos chocolates. Para compor a equipe final de provadores treinados foram selecionados aqueles que discriminaram no mínimo 60% ou 5 dos descritores e apresentaram boa reprodutibilidade de julgamentos (de no mínimo 60%). Conforme observa-se na Tabela 5 (valores em vermelho e itálico), os provadores 3, 13, 14 e 15 ficaram abaixo do mínimo estabelecido para o poder discriminativo, ou seja, menos de 60% dos termos descritores foram discriminados obtendo-se $p_{\text{Famostra}} \geq 0,50$. Desta forma, os mesmos foram eliminados da equipe permanecendo somente 13 provadores treinados. Quanto à reprodutibilidade de julgamentos, todos os demais provadores geraram valores de $p_{\text{Frepetição}} \geq 0,05$ em mais de 60% dos descritores e quanto ao consenso com os demais membros da equipe sensorial também foram analisados os 9 descritores da ficha de avaliação dos termos descritores e, baseado nas recomendações de Damásio e Costell (1991), os provadores que não apresentaram no mínimo 60% de consenso com a equipe foram eliminados (Apêndice B).

c) Perfil sensorial dos chocolates amargos

Dado o elevado número de amostras avaliadas (Tabela 6), decidiu-se apresentar o perfil sensorial na forma de tabela com as médias das notas de cada amostra, bem como através da Análise de Componentes Principais (ACP). Na Tabela 6 é apresentado o perfil sensorial dos chocolates amargos produzidos com 23 variedades de cacau avaliados por 13 julgadores.

Tabela 5. Valores de pF amostra e pF repetição gerados no teste de seleção, pelos 17 provadores treinados, para cada descritor da ficha de avaliação dos termos descritores dos chocolates (Valores estabelecidos: pF amostra ≤ 0,50 e pF repetição ≥ 0,05 os valores em itálico e vermelho indicam poder discriminativo insuficiente, valores em itálico e azul indicam a reprodutibilidade insuficiente).

Descritores	Fontes de variação	Provadores																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Gosto Ácido (GAC)	pF amostra	0,4738	0,0490	0,3498	0,0401	0,0263	<i>0,6305</i>	0,3441	0,1538	0,2022	<i>0,5239</i>	0,1479	<i>0,7766</i>	0,1873	<i>0,5995</i>	<i>0,8697</i>	0,2748	0,4780
	pF repetição	0,6993	0,5701	0,1546	0,3631	0,3728	0,8201	0,5950	0,3906	0,7249	0,3598	0,7103	0,5134	0,7622	0,4124	0,8235	0,0585	<i>0,0438</i>
Gosto Amargo (GAM)	pF amostra	0,1330	0,0574	<i>0,5145</i>	<i>0,6944</i>	0,0104	0,3240	0,1759	0,0878	0,2554	<i>0,6131</i>	0,1451	0,0240	0,2083	<i>0,6052</i>	<i>0,7641</i>	0,0138	0,1719
	pF repetição	0,8241	0,3419	0,3662	1,0000	0,3520	0,2585	0,5545	0,2215	0,4065	0,3380	0,3922	0,3293	0,4022	0,8150	0,6292	0,7122	0,0609
Gosto Doce (GDC)	pF amostra	0,3268	0,0012	<i>0,8422</i>	0,4895	0,0008	0,4750	0,2713	<i>0,7901</i>	<i>0,5017</i>	0,3302	0,0693	0,2059	<i>0,5492</i>	0,3659	<i>0,7331</i>	0,0117	<i>0,9718</i>
	pF repetição	0,3031	0,7131	0,1784	0,3911	0,9793	0,0646	0,3427	0,2844	0,3211	0,1141	0,1686	0,2819	0,9642	0,5822	0,1556	0,7678	0,2591
Sabor Caramelo/Mel (SCA)	pF amostra	0,0926	<i>1,0000</i>	<i>0,5601</i>	<i>0,5552</i>	0,0000	0,4444	0,4375	0,4444	<i>0,5297</i>	0,4898	<i>0,9273</i>	0,0000	<i>0,8683</i>	0,0557	<i>0,9516</i>	0,2422	<i>0,8430</i>
	pF repetição	0,2137	0,4444	0,6685	0,9494	<i>0,0000</i>	0,4444	0,6831	0,1600	0,3506	0,7928	0,3338	<i>0,0000</i>	0,1441	0,0594	0,9516	0,6961	0,8317
Sabor Frutal (SFR)	pF amostra	0,0408	0,0000	<i>0,6920</i>	0,0302	0,0000	0,4444	<i>0,9934</i>	0,0000	0,0748	0,1234	<i>0,6944</i>	0,0000	<i>0,8403</i>	<i>0,5246</i>	0,4444	0,0000	0,3528
	pF repetição	0,1538	<i>0,0000</i>	0,6104	0,2467	<i>0,0000</i>	0,8711	0,9934	<i>0,0000</i>	0,5143	0,6612	0,6944	<i>0,0000</i>	0,3735	0,2238	0,2844	<i>0,0000</i>	0,1489
Sabor Chocolate/Cacau (SCH)	pF amostra	0,2407	<i>0,9902</i>	<i>0,5691</i>	<i>0,5591</i>	0,0090	0,0280	<i>0,5402</i>	0,1202	0,3148	0,2348	0,2041	<i>0,7443</i>	<i>0,8158</i>	<i>0,9260</i>	<i>0,6794</i>	0,0074	<i>0,9075</i>
	pF repetição	0,1420	0,5781	0,1022	0,9095	<i>0,0101</i>	0,3638	0,3444	0,0782	0,5113	0,5469	0,9612	0,1756	0,3549	0,5413	0,7598	0,9011	0,7171
Sabor Floral (SFL)	pF amostra	0,4444	0,0000	<i>0,5366</i>	0,4444	0,0000	0,2844	0,0000	0,4444	<i>0,6944</i>	0,1517	<i>0,6944</i>	0,0000	<i>1,0000</i>	0,0000	<i>0,6944</i>	0,0000	0,0000
	pF repetição	0,4444	<i>0,0000</i>	0,2323	0,4444	<i>0,0000</i>	0,4444	<i>0,0000</i>	1,0000	0,6944	0,3442	0,6944	<i>0,0000</i>	0,4444	<i>0,0000</i>	0,3086	<i>0,0000</i>	<i>0,0000</i>
Aroma Chocolate/Cacau (ACH)	pF amostra	0,2145	<i>0,6104</i>	0,3540	0,3224	<i>0,6797</i>	0,2539	0,4751	<i>0,5230</i>	0,3176	0,2662	0,3366	<i>0,7579</i>	0,4082	<i>0,5171</i>	0,0147	0,0449	0,3209
	pF repetição	0,0777	0,2500	0,3716	0,4414	0,1727	0,2425	0,5030	0,4309	0,7308	0,2783	0,9596	0,7173	0,7553	0,7210	0,7160	0,2957	0,7390
Sensação Bucal Adstringente (SAD)	pF amostra	0,4701	0,0148	<i>0,6025</i>	0,4409	0,0043	0,1878	0,2753	0,3735	0,3285	0,4978	<i>0,6969</i>	0,4194	0,0348	<i>0,6013</i>	<i>0,7627</i>	0,2251	0,3927
	pF repetição	0,4701	0,8094	0,2370	0,9454	0,5994	0,1842	<i>0,0107</i>	<i>0,0490</i>	0,7325	0,0968	0,3009	0,9734	0,4874	0,8479	0,1201	0,3398	0,8364
Discriminação dos descritores (p < 0,50)		9	6	2	6	8	8	7	7	6	7	5	6	4	3	2	9	6
Repetibilidade dos descritores (p > 0,05)		9	7	9	9	4	9	7	7	9	9	9	6	9	8	9	7	7

Tabela 6. Médias das notas dadas pela equipe sensorial com relação aos 9 descritores que caracterizaram as amostras de 23 chocolates amargos de distintas variedades de cacau.

Variedades	Descritores								
	GAC	GAM	SCA	GDC	SAD	SFR	SCH	SFL	ACH
BJ 11	6,3 ± 0,8 ^{abcd}	6,1 ± 1,3 ^{bc}	0,8 ± 0,7 ^{abcde}	4,5 ± 1,5 ^{abcde}	4,2 ± 1,7 ^{bcd}	0,2 ± 1,1 ^{bc}	6,3 ± 0,9 ^a	0,1 ± 0,6 ^{bc}	5,2 ± 2,0 ^a
CA 1. 4	7,0 ± 0,8 ^a	7,0 ± 1,1 ^a	0,3 ± 0,7 ^e	3,3 ± 1,6 ^f	5,8 ± 1,5 ^a	0,2 ± 0,3 ^{abc}	6,1 ± 1,1 ^a	0,1 ± 0,1 ^c	5,0 ± 2,0 ^a
CCN 10	6,3 ± 1,0 ^{abcd}	6,5 ± 1,0 ^{ab}	0,7 ± 0,7 ^{bcde}	4,1 ± 1,4 ^{cdef}	4,4 ± 1,6 ^{bcd}	0,2 ± 0,2 ^{abc}	6,2 ± 1,0 ^a	0,2 ± 0,2 ^{bc}	4,9 ± 2,1 ^a
CCN 51	5,8 ± 0,9 ^{cde}	5,9 ± 1,0 ^{bcd}	0,8 ± 0,8 ^{abcde}	4,6 ± 1,5 ^{abcde}	4,4 ± 1,4 ^{bcd}	0,1 ± 0,2 ^{bc}	6,0 ± 1,1 ^a	0,2 ± 0,2 ^{bc}	4,8 ± 2,0 ^a
COMUM	5,4 ± 1,1 ^e	5,6 ± 1,2 ^{cd}	1,2 ± 1,5 ^{ab}	5,3 ± 1,5 ^a	4,5 ± 1,8 ^{bcd}	0,1 ± 0,1 ^c	6,0 ± 1,1 ^a	0,05 ± 0,1 ^c	5,2 ± 2,1 ^a
EET 397	6,4 ± 1,0 ^{abcd}	6,3 ± 1,0 ^{abc}	0,5 ± 0,7 ^{cde}	3,8 ± 1,4 ^{ef}	4,7 ± 1,5 ^{bc}	0,6 ± 0,6 ^{abc}	5,8 ± 1,2 ^a	0,6 ± 0,6 ^a	5,1 ± 2,2 ^a
FA 13	6,3 ± 0,8 ^{abcd}	6,3 ± 0,8 ^{abc}	0,9 ± 0,9 ^{abcde}	4,7 ± 1,4 ^{abcde}	4,6 ± 1,5 ^{bcd}	0,3 ± 0,3 ^{abc}	5,8 ± 1,1 ^a	0,1 ± 0,1 ^c	5,1 ± 2,1 ^a
FM 31	5,4 ± 0,8 ^e	5,2 ± 0,9 ^d	1,3 ± 1,2 ^a	4,9 ± 1,4 ^{abc}	3,7 ± 1,5 ^d	0,3 ± 0,3 ^{abc}	5,8 ± 1,3 ^a	0,04 ± 0,1 ^c	4,8 ± 1,7 ^a
LP 06	6,3 ± 1,0 ^{abcd}	6,1 ± 1,2 ^{bc}	0,9 ± 1,1 ^{abcde}	4,8 ± 1,8 ^{abcde}	5,0 ± 1,6 ^{ab}	0,2 ± 0,2 ^{bc}	5,8 ± 1,3 ^a	0,3 ± 0,6 ^{abc}	5,2 ± 1,8 ^a
PAIN 9316	6,6 ± 0,8 ^{abc}	6,3 ± 1,2 ^{abc}	0,5 ± 0,6 ^{de}	3,9 ± 1,0 ^{def}	4,8 ± 1,6 ^{bc}	0,6 ± 0,5 ^{abc}	5,7 ± 1,1 ^a	0,1 ± 0,2 ^{bc}	5,0 ± 1,9 ^a
PH 16	6,4 ± 1,1 ^{abcd}	6,0 ± 1,0 ^{bcd}	0,7 ± 0,8 ^{bcde}	4,3 ± 1,6 ^{bcde}	4,2 ± 1,5 ^{bcd}	0,5 ± 0,7 ^{abc}	6,1 ± 1,0 ^a	0,1 ± 0,2 ^{bc}	5,1 ± 1,8 ^a
PH 129	6,9 ± 1,0 ^{ab}	6,4 ± 1,0 ^{ab}	0,7 ± 0,7 ^{abcde}	4,2 ± 1,3 ^{cde}	4,9 ± 1,7 ^{abc}	0,4 ± 0,3 ^{abc}	6,3 ± 1,3 ^a	0,2 ± 0,3 ^{bc}	4,9 ± 2,2 ^a
PS 13.19	6,2 ± 1,0 ^{bcde}	6,3 ± 0,9 ^{abc}	0,6 ± 0,6 ^{bcd}	4,5 ± 1,6 ^{abcde}	4,6 ± 1,5 ^{bcd}	0,2 ± 0,3 ^{abc}	5,8 ± 1,1 ^a	0,2 ± 0,3 ^{abc}	4,8 ± 1,9 ^a
PS 40.7	6,3 ± 0,8 ^{abcd}	6,4 ± 1,0 ^{ab}	0,5 ± 0,6 ^{cde}	4,2 ± 1,6 ^{cde}	5,0 ± 1,7 ^{ab}	0,2 ± 0,2 ^{bc}	6,0 ± 1,2 ^a	0,3 ± 0,3 ^{abc}	5,3 ± 2,0 ^a
PS 1030	6,1 ± 1,0 ^{cde}	6,4 ± 1,0 ^{ab}	0,9 ± 0,9 ^{abcde}	4,3 ± 1,3 ^{bcde}	4,8 ± 1,5 ^{bc}	0,6 ± 0,5 ^{ab}	6,1 ± 1,5 ^a	0,1 ± 0,1 ^{bc}	5,1 ± 1,9 ^a
SJ 02	6,2 ± 1,1 ^{bcde}	6,2 ± 1,1 ^{bc}	0,8 ± 0,7 ^{abcde}	4,3 ± 1,4 ^{bcde}	4,4 ± 1,6 ^{bcd}	0,2 ± 0,2 ^{bc}	6,0 ± 1,2 ^a	0,1 ± 0,3 ^c	5,2 ± 2,2 ^a
TSAN 792	5,9 ± 0,9 ^{cde}	5,8 ± 1,1 ^{bcd}	1,0 ± 0,8 ^{abcd}	5,2 ± 1,5 ^{ab}	4,3 ± 1,6 ^{bcd}	0,2 ± 0,3 ^{abc}	5,9 ± 1,2 ^a	0,2 ± 0,3 ^{bc}	5,1 ± 2,3 ^a
TSH 516	6,0 ± 1,0 ^{cde}	5,8 ± 1,0 ^{bcd}	0,9 ± 0,8 ^{abcde}	4,8 ± 1,5 ^{abc}	4,0 ± 1,8 ^{cd}	0,2 ± 0,2 ^{abc}	6,1 ± 1,1 ^a	0,04 ± 0,1 ^c	4,9 ± 1,9 ^a
TSH 565	6,1 ± 0,8 ^{bcde}	6,0 ± 0,8 ^{bc}	1,1 ± 1,4 ^{abc}	4,7 ± 1,1 ^{abcde}	4,7 ± 1,0 ^{bc}	0,3 ± 0,3 ^{abc}	5,7 ± 0,8 ^a	0,1 ± 0,1 ^{bc}	5,0 ± 1,6 ^a
TSH 1188	6,2 ± 0,7 ^{bcde}	6,2 ± 0,6 ^{bc}	0,6 ± 0,5 ^{bcde}	4,3 ± 1,1 ^{cde}	4,5 ± 1,1 ^{bcd}	0,2 ± 0,2 ^{abc}	6,1 ± 0,7 ^a	0,2 ± 0,2 ^{bc}	5,2 ± 1,2 ^a
VB 515	5,7 ± 0,8 ^{de}	6,0 ± 1,3 ^{bc}	0,6 ± 0,7 ^{bcde}	4,4 ± 1,5 ^{bcde}	4,7 ± 1,7 ^{bc}	0,5 ± 1,1 ^{abc}	6,0 ± 0,9 ^a	0,5 ± 0,6 ^{ab}	5,1 ± 2,0 ^a
VB 1128	7,0 ± 0,9 ^a	6,3 ± 0,8 ^{abc}	0,6 ± 0,8 ^{bcde}	4,3 ± 1,5 ^{bcde}	4,7 ± 1,6 ^{bc}	0,7 ± 0,7 ^a	5,9 ± 1,2 ^a	0,2 ± 0,2 ^{bc}	5,0 ± 1,9 ^a
VB 1151	6,0 ± 1,0 ^{cde}	5,8 ± 1,0 ^{cd}	1,1 ± 1,0 ^{abcd}	4,8 ± 1,5 ^{abcde}	4,3 ± 1,7 ^{bcd}	0,7 ± 0,8 ^a	6,1 ± 1,2 ^a	0,2 ± 0,4 ^{abc}	5,0 ± 2,0 ^a
*D.M.S	0,8	0,8	0,6	0,9	0,9	0,5	0,8	0,3	0,8

*D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Valores na mesma coluna, com a mesma letra, não difere significativamente entre si (teste de Tukey $\alpha=5\%$). Siglas: GAC: Gosto ácido; GAM: Gosto amargo; SCA: Sabor caramelo; GDC: Gosto doce; SAD: Sensação adstringente; SFR: Sabor frutal; SCH: Sabor chocolate; SFL: Sabor floral e ACH: Aroma de chocolate.

Dos resultados obtidos (Tabela 6), observa-se que o cultivar EET 397 apresentou a maior nota para o atributo sabor floral se diferenciando estatisticamente da maioria dos materiais avaliados, com exceção de LP 06, PS 13.19, PS 40.7, VB 515 e VB 1151. Verifica-se que o cultivar CA 1.4 apresentou a maior nota para o atributo sensação adstringente, mas não se diferenciou significativamente dos materiais LP 06, PH 129 e PS 40.7. Esta mesma amostra recebeu a maior nota para os descritores gosto amargo e gosto ácido, porém não se diferenciou significativamente das amostras CCN 10, EET 397, FA 13, LP 06, PAIN 9316, PH 16, PH 129, PS 40.7 e VB 1128 quanto aos gostos ácido e amargo. Em resumo, o chocolate produzido com a variedade CA 1.4 foi considerado pela equipe o mais ácido, amargo e adstringente e menos doce e caramelo, porém não se diferenciou estatisticamente de algumas variedades. Cabe destacar que essa variedade apresenta sementes com tamanho maior que a média. É possível que a etapa de fermentação tenha influenciado nos resultados sensoriais verificados, devendo ser, em estudos futuros, fonte de avaliação.

Quanto ao atributo sabor caramelo, o chocolate da variedade FM 31 recebeu a maior nota, porém não diferenciou significativamente das amostras BJ 11, CCN 51, COMUM, FA 13, LP 06, PH 129, PS 10.30, SJ 02, TSAN 792, TSH 516, TSH 565 e VB 1151. Da mesma forma o chocolate do material COMUM obteve maior nota para o atributo gosto doce, não diferindo estatisticamente das amostras BJ 11, CCN 51, FA 13, FM 31, LP 06, PS 13.19, TSAN 792, TSH 516, TSH 565 e VB 1151.

Não houve diferença estatística entre os chocolates dos materiais estudados em relação aos atributos sabor e aroma de chocolate.

Em outros trabalhos o cultivar EET 397 vem se destacando por apresentar sabor diferenciado em relação a outras variedades que apresentam sabor comum. Na pesquisa realizada por Efraim (2009), que avaliou através de duas equipes treinadas o *liquor* de dez cultivares de cacau, entre eles do cultivar EET 397, esta foi a variedade que apresentou as maiores notas para o atributo sabor frutal, se diferenciando significativamente de todos os materiais avaliados.

Sukha *et al.* (2008) desenvolveram um método otimizado de avaliação sensorial em que a equipe treinada distinguiu *liquor* de cacau de Ghana (considerado do tipo *bulk* e consistentemente associado ao sabor de cacau, nozes, notas verde/mato e amargo), de clones locais de Trinidad, pertencentes ao grupo *Trinitário*, associado à sabores frutal, ácido e sensação adstringente. Embora tenham sido notadas variações significativas nos atributos de sabor entre os grupos de materiais estudados em três períodos distintos de colheita, a interação dos três anos de colheita *versus* clones *Trinitário* de Trinidad não foi significativa para a maioria dos atributos de sabor nas avaliações realizadas nos *liquors* de cacau.

Neste estudo verificou-se que a equipe sensorial conseguiu diferenciar os chocolates segundo características de sabor. Desta forma, acredita-se que é possível realizar a classificação de cacau tipo fino e cacau *bulk* através de uma equipe treinada, independente se o perfil do sabor do cacau seja gerado pela hereditariedade do fruto ou pelos processos pós-colheita. Por outro lado, para que as variedades estudadas neste trabalho possam ser consideradas *bulk* ou finas, seria necessário explorar a influencia de diferentes tratamentos de pós-colheita no sabor.

Outros estudos apontaram a influencia do genótipo sobre o sabor, como Clapperton *et al.* (1993/94), que comprovaram por meio de estudo realizados na Malásia a grande influencia que genótipos tem nas características sensoriais de *liquors* de cacau e chocolate. Assim também como Lockwood Eskes (1996) *apud* Sukha *et al.* (2008) que concluíram que o potencial do sabor está fortemente relacionado à hereditariedade do genótipo.

Outros trabalhos demonstram que os tratamentos pós-colheita também influenciam no sabor, como observado por Jinap *et al.* (1995), que afirmam a importância da fermentação e da secagem. Os precursores do sabor são formados através de reações bioquímicas durante a pré-fermentação, fermentação e secagem, onde durante a torração e conchagem os precursores interagem formando o aroma e sabor final do cacau.

Cros, (1999) observaram que as diferenças na composição do cacau não podem ser atribuídas somente ao efeito do genótipo, mas à uma combinação de efeitos entre a variedade e o tratamento pós-colheita.

Luna *et al.* (2002) estudaram a contribuição da composição química no sabor de *liquors* de cacau do Equador, de uma população proveniente de autopolinização de clones EET 95 (nacional do Equador x Venezuelano Amarillo) cultivados em uma mesma fazenda em Quevedo - Equador e demonstraram não haver diferença significativa quanto ao sabor de cacau entre os *liquors* analisados devido ao curto tempo de fermentação de forma que a equipe sensorial teve dificuldades em detectar este sabor.

Na Figura 14 são apresentados os perfis sensoriais das 23 variedades avaliadas por meio da Análise de Componentes Principais (ACP).

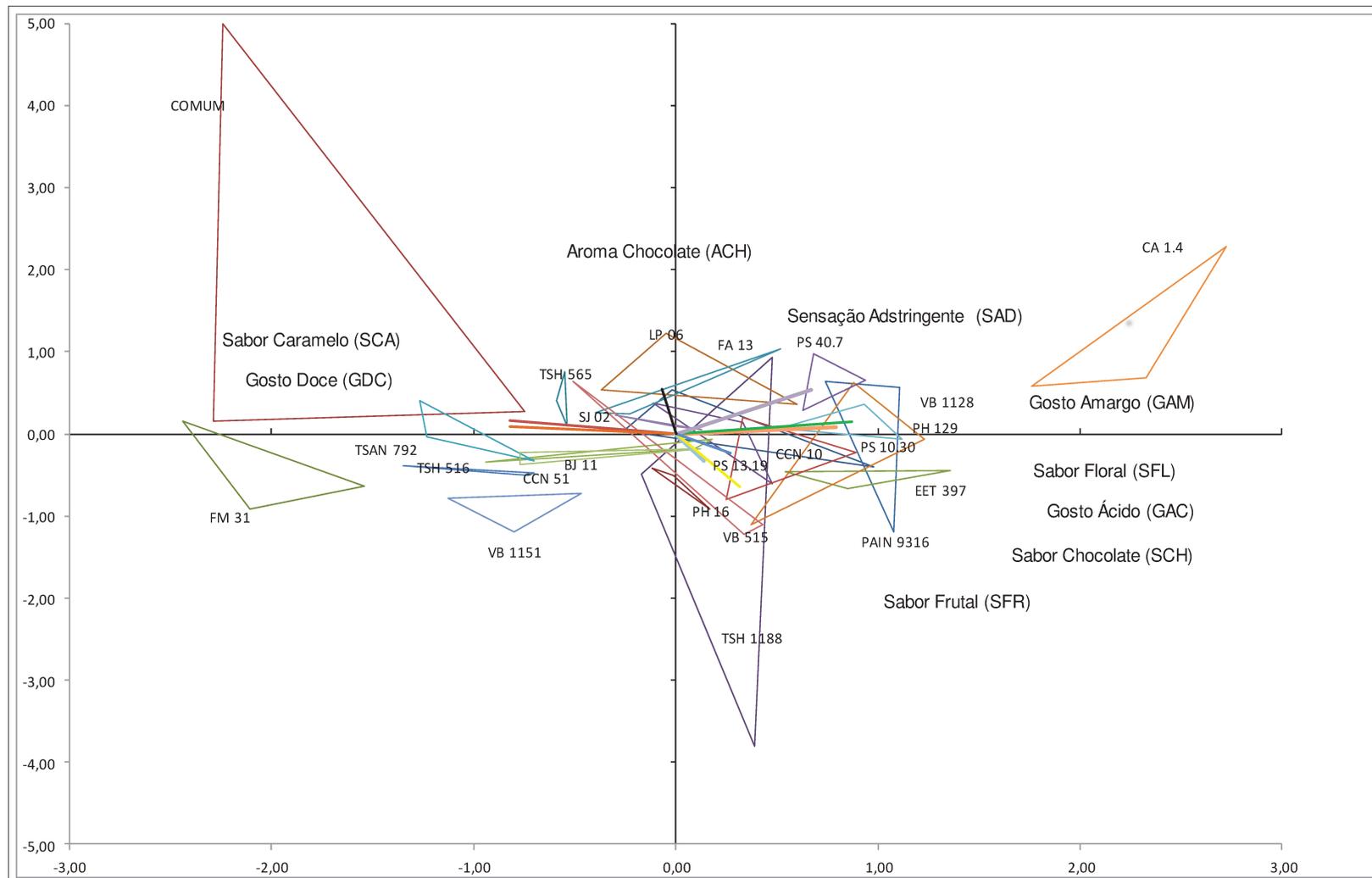


Figura 14. Gráfico da Análise de Componentes Principais (ACP) gerado a partir dos resultados de ADQ das 23 diferentes variedades de chocolate amargo da Safra I.

Considerando que na ACP as variações existentes entre as amostras são apresentadas em eixos ortogonais, o Eixo I explica 37,4% da variação sensorial entre os chocolates, sendo que os dois primeiros eixos juntos explicam 51,1% das variações.

Na Figura 14 é apresentando o resultado de cada uma das três repetições realizadas pela equipe treinada na forma de triângulos. Os termos descritores analisados pela equipe estão representados na ACP por vetores que estão decompostos e explicam a segmentação das amostras com relação a cada eixo. Desta forma, quanto maior a componente dos vetores em um dos eixos, melhor a explicação da variabilidade entre as amostras. Assim os termos descritores mais importantes na ACP para explicar a variação entre os chocolates das 23 variedades com relação à localização no Eixo I são: gosto ácido, gosto amargo, sensação adstringente, gosto doce, sabor caramelo e sabor floral. As amostras encontram-se próximas entre si, sugerindo similaridade entre a maioria das variedades com relação aos descritores julgados. As amostras distantes umas das outras, apresentam alta dissimilaridade entre as demais, como visto para o chocolate da variedade CA 1.4, que se destacou das demais sendo caracterizado pelo gosto amargo, ácido e adstringência, bem como a amostra EET 397 que se destacou por apresentar sabor floral com maior intensidade que as demais amostras do lado direito do Eixo I. A ACP também sugere que os chocolates dos materiais FM 31, CCN 51, TSAN 792, tenham se destacado pela intensidade de sabor de caramelo e as amostras COMUM e TSH 516 de gosto doce.

Quanto às variações entre as amostras no Eixo II (descritores sabor chocolate, aroma chocolate e sabor frutal), não houve destaques quanto ao sabor frutal. Nenhuma amostra se destacou quanto ao sabor e aroma de chocolate.

Os resultados da ACP podem ser confirmados pelas médias das notas atribuídas pela equipe treinada para as 23 variedades analisadas na Tabela 6 as quais foram analisadas estatisticamente e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Sukha *et al.* (2008) utilizaram uma equipe sensorial para avaliar a qualidade em função do sabor de variedades do grupo *Trinitário* submetidas a diferentes práticas de fermentação e secagem e afirmam que a equipe foi efetiva em identificar grandes diferenças entre as amostras, porém quando as diferenças tornam-se mais sutis a equipe encontra dificuldades para entrar em consenso.

Através desta ACP é possível observar que existe pouca diferença de sabor entre algumas amostras, o que torna a avaliação sensorial mais complexa para o provador treinado, sendo que somente por volta de cinco amostras se encontram mais distantes que as demais que foram caracterizadas pelos seus respectivos vetores ou sabor. Desta forma, verifica-se que muitos são os fatores que podem contribuir para formação do perfil sensorial de uma determinada amostra. Assim seria necessário, futuramente, envolver nas pesquisas a avaliação da influência das etapas de pré-processamento e processamento no sabor do cacau.

4.1.3 Teste de aceitação dos chocolates

Na Tabela 7 é apresentada a média das notas atribuídas por consumidores de chocolate no teste de aceitação com as 23 variedades de chocolate amargo, quanto ao aroma de chocolate, sabor de chocolate, derretimento, dureza, amargor, acidez e impressão global. Os resultados demonstraram que os consumidores diferenciaram os chocolates através da aceitação conforme o seu sabor, com clara distinção principalmente entre as amostras que apresentaram gostos amargo, ácido, doce e sabor de chocolate mais acentuado, demonstrando resultados próximos aos resultados da ADQ.

Tabela 7. Médias corrigidas das notas dadas pelos consumidores na avaliação sensorial de aceitação de chocolates de 23 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).

Variedades	Aroma	Sabor	Derretimento	Dureza	Amargor	Acidez	Impressão Global
BJ 11	7	6	6	5	6	5	5
CA 1.4	6	3	5	6	4	3	3
CCN 10	6	5	6	5	5	5	5
CCN 51	6	6	6	6	7	6	6
COMUM	7	6	6	7	6	6	6
EET 397	6	4	5	4	4	4	4
FA 13	7	5	6	7	5	4	5
FM 31	7	6	7	7	6	7	7
LP 06	7	5	6	6	5	5	5
PAIN 9316	6	4	7	7	5	4	5
PH 129	6	3	5	5	4	4	4
PH 16	7	5	6	6	4	4	5
PS 10.30	6	5	7	7	4	4	5
PS 13.19	7	5	6	6	6	5	6
PS 40.7	7	5	6	6	5	5	5
SJ 02	6	5	5	6	6	5	5
TSAN 792	7	6	6	5	6	6	6
TSH 1188	7	5	6	6	4	4	5
TSH 516	7	6	6	6	7	6	7
TSH 565	6	5	6	7	4	4	5
VB 1128	7	4	6	7	4	4	5
VB 1151	7	6	6	6	6	5	6
VB 515	7	6	6	7	6	6	6

De acordo com a Tabela 7, verifica-se quanto à impressão global, que os chocolates das variedades FM 31 e TSH 516 apresentaram maior aceitação pelos consumidores com médias situada na categoria “gostei moderadamente”. As variedades CCN 51, COMUM, PS 13.19, TSAN 792, VB 1151 e VB 515 receberam notas correspondentes a “gostei ligeiramente”.

Em relação ao sabor de chocolate, as amostras com maior aceitação foram BJ 11, CCN 51, COMUM, FM 31, TSAN, TSH 516, VB 1151 e VB 515, cujas notas médias estão situadas na categoria “gostei ligeiramente” da escala hedônica de nove pontos. Quanto ao aroma de chocolate para todas as amostras as notas estão situadas entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Tabela 8. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre as amostras de chocolate de 23 variedades com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009).

	PS 10.30	PH 16	FM 31	TSH 1188	TSH 565	LP 06	PAIN 9316	COMUM	EET 397	PS 13.19	FA 13	VB 1128	TSH 516	CCN 10	BJ 11	PS 40.7	TSAN 792	CA1.4	VB 1151	VB 515	CCN 51	SJ 02	
PH 16	**																						
FM 31	**	**																					
TSH 1188	**	ns	**																				
TSH 565	ns	**	**	ns	*																		
LP 06	**	ns	**	ns	*																		
PAIN 9316	ns	**	**	ns	ns	**																	
COMUM	**	**	ns	**	**	*	**																
EET 397	**	**	**	**	**	**	**	**															
PS 13.19	**	*	**	ns	**	ns	**	ns	**														
FA 13	ns	**	**	ns	ns	**	ns	**	**	*													
VB 1128	*	ns	**	ns	ns	*	*	**	**	ns	*	**	**										
TSH 516	**	**	ns	**	**	*	**	ns	**	*	**	**											
CCN 10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**										
BJ 11	**	**	**	**	**	*	**	ns	**	ns	**	**	ns	ns									
PS 40.7	**	*	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	ns								
TSAN 792	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns	**							
CA 1.4	**	*	**	**	**	*	*	**	*	**	**	*	**	**	**	**	**	**					
VB 1151	**	**	**	**	**	*	**	ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns	*	ns	**					
VB 515	**	**	ns	**	**	ns	**	ns	**	ns	ns	**	ns	**	**	ns	**	**	*				
CCN 51	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	
SJ 02	**	**	**	**	**	ns	**	*	**	ns	**	*	**	*	*	*	*	**	*	**	*	**	**
PH 129	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**

Na Tabela 8, 'ns': diferença entre as amostras não foi significativa nos níveis avaliados; '*' e '**' indicam, respectivamente, que houve diferença estatística entre as amostras a 5 e 1% de significância.

A amostra menos aceita quanto à impressão global foi CA 1.4, com média situada em “desgostei moderadamente”, seguida das variedades EET 397 e PH 129, com médias situadas na escala “desgostei ligeiramente”.

As amostras CA 1.4, EET 397, PH 129, PH 16, PS 10.30, TSH 1188, TSH 565 e VB 1128 apresentaram as menores notas médias para o gosto amargo, situadas na categoria “desgostei ligeiramente” (Tabela 7). O chocolate da variedade CA 1.4 apresentou a mais baixa aceitação quanto à acidez, sendo que a nota média situou-se na categoria “desgostei moderadamente”.

Quanto ao derretimento, os chocolates FM 31, PAIN 9316 e PS 10.30 foram os mais aceitos. Essas amostras juntamente com os chocolates das variedades COMUM, FA 13, TSH 565, VB 1128 e VB 515 foram as mais aceitas quanto à dureza com médias situadas na categoria “gostei moderadamente”.

De acordo com a análise estatística multivariada (Tabela 8), na qual todos os atributos sensoriais foram avaliados conjuntamente, nota-se que o chocolate da variedade PS 13.19 não se diferenciou de 12 dos 23 chocolates das variedades avaliadas, bem como o chocolate da variedade FM 31 não se diferenciou dos chocolates das variedades COMUM, TSH 516 e VB 515, sendo que o material COMUM não se diferenciou dos materiais BJ 11, PS 40.7, TSAN 792, VB 1151, VB 515, CCN 51, PS 13.19, TSH 516 e FM 31. Por outro lado, o chocolate da variedade CA 1.4 se diferenciou dos demais quanto a todos os atributos. A amostra EET 397 se diferenciou de praticamente todas as demais ao nível de significância de 1%, exceto da amostra CA 1.4 da qual se diferenciou ao nível de 5% de significância e da amostra PH 129, da qual não se diferenciou estatisticamente. Analogamente, a amostra PH 129, por sua vez diferenciou-se da demais ao nível de significância de 1%, com exceção das amostras CA 1.4 e EET 397, das quais se diferenciou ao nível de significância de 5% e não houve diferença estatística, respectivamente (como já mencionado).

Com base no perfil sensorial com os julgadores treinados as amostras FM 31, CCN 51, TSH 516 e VB 515 foram caracterizadas por apresentarem sabor caramelo e gosto doce mais acentuado que as demais, de forma que esse pode

ser um dos motivos que levaram à maior aceitação destas amostras pelos consumidores. Já a amostra CA 1.4 foi caracterizada por apresentar maior acidez, amargor e adstringência e menor dulçor, recebendo as menores notas para esses atributos também no teste de aceitação com consumidores.

O chocolate da variedade EET 397, que apresentou, no perfil sensorial, a maior nota para o sabor floral, obteve baixas notas no teste de aceitação realizado por consumidores brasileiros de chocolate, o que pode ser justificado pela falta de costume e ausência de chocolates no mercado nacional com nota ou sabor floral, gerando, assim, rejeição.

Verificou-se neste trabalho que as amostras consideradas mais ácidas pela equipe treinada obtiveram a menor aceitação dos consumidores, bem como aquelas variedades caracterizadas pela equipe como mais doces ou com notas de caramelo obtiveram maior aceitação entre os consumidores.

Holm *et al.* (1992) estudaram o efeito de ácidos orgânicos na característica de sabor de cinquenta e quatro amostras de cacau de diferentes regiões do mundo e verificaram através do teste de aceitação que as amostras com maior aceitação foram aquelas que apresentaram menores concentrações de gosto ácido.

a. Caracterização do grupo de consumidores

A caracterização do grupo de consumidores quanto à faixa etária e frequência de consumo de chocolate é apresentada na Figura 15.

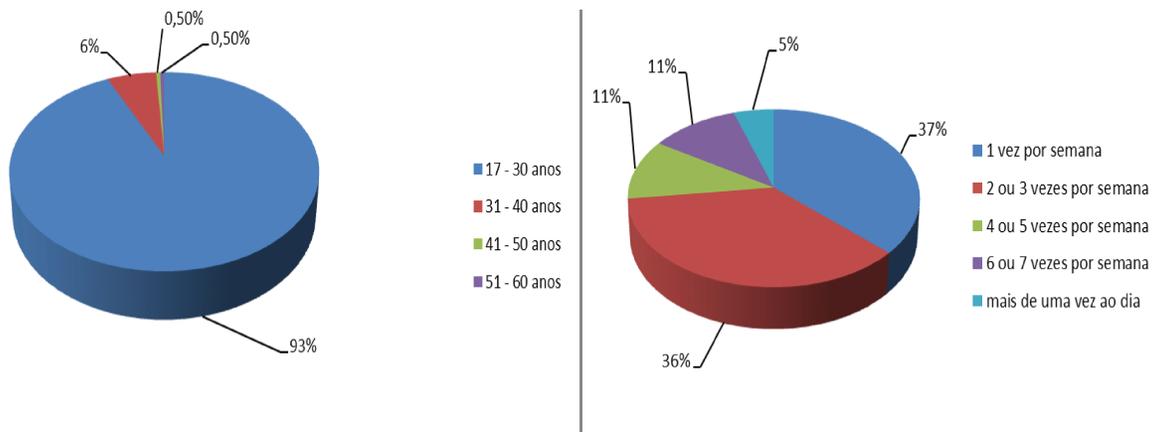


Figura 15. Faixa etária e frequência de consumo de chocolate do grupo de consumidores que realizaram as análises sensoriais das diferentes amostras de chocolates amargos.

A maioria dos provadores (93%) estavam na faixa etária de 17 a 30 anos e 37% consomem chocolate de 2 ou 3 vezes por semana. Verifica-se nesse grupo, um público jovem que consome chocolate com uma frequência relativamente baixa.

Na Figura 16 são apresentados os tipos de chocolates mais consumidos pelos provadores.

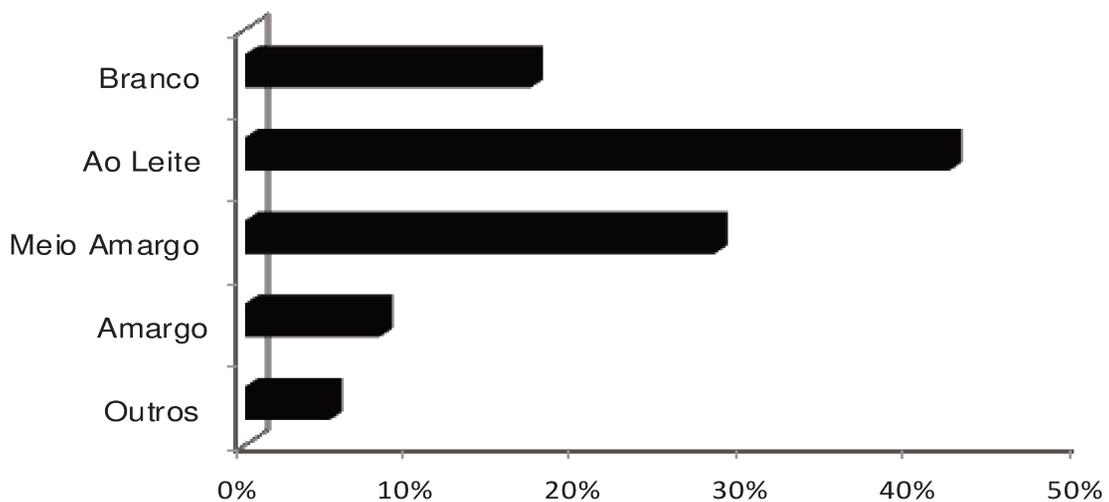


Figura 16. Tipos de chocolate mais consumidos pelo grupo de consumidores que realizaram a análise sensorial das diferentes amostras de chocolates amargos.

Verifica-se que os dois tipos de chocolates mais consumidos pelos provadores são o “ao leite”, com 41% de consumo e o “meio amargo”, com 27%. Estes chocolates apresentam sabor mais doce e suave em relação ao chocolate amargo e muitas vezes são adicionados de aromatizantes naturais ou artificiais, como baunilha. O chocolate avaliado neste trabalho foi o amargo, menos consumido pelos provadores, fato que pode ter influenciado na aceitação das amostras analisadas.

A Figura 17 mostra as marcas comerciais de chocolate mais consumidas pelo mesmo grupo de consumidores.

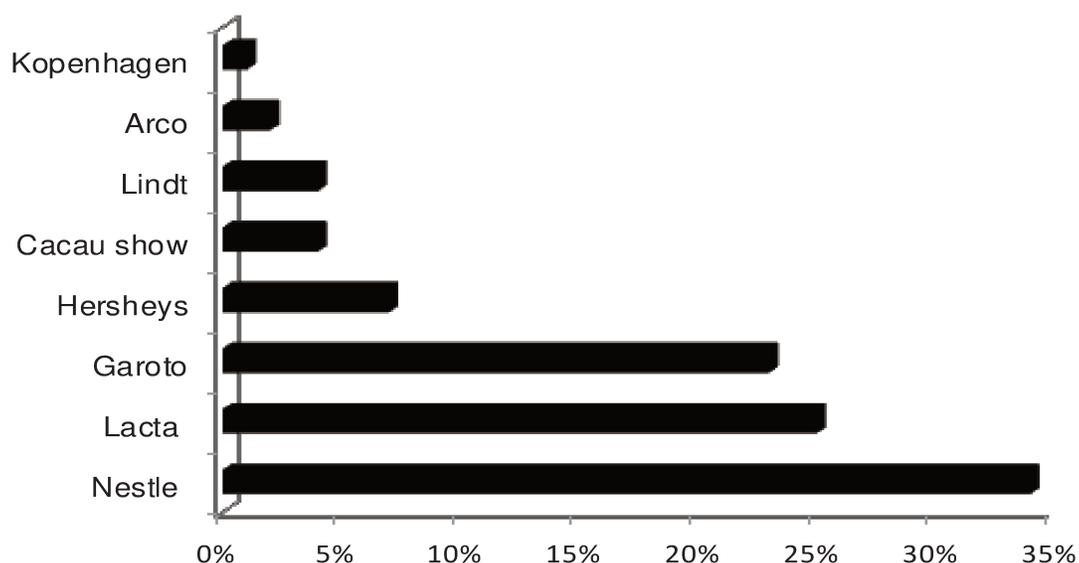


Figura 17. Marcas comerciais mais consumidas pelo grupo de consumidores que realizaram as análises sensoriais das diferentes amostras de chocolates amargos.

Entre as marcas mais consumidas pelos provadores mais de 50% citaram Nestlé e Lacta, sendo as parcelas de cada uma respectivamente 34% e 25%. Em terceiro encontra-se a Garoto, com 23% das citações e as outras marcas aparecem com menos de 10% das citações cada.

a. Intenção de compra

Os provadores avaliaram a intenção de compra dos chocolates amargos utilizando uma escala de 5 pontos, sendo 1 “certamente compraria” a 5 “certamente não compraria”. Na Tabela 9 são apresentadas as notas médias da intenção de compra dos chocolates de 5 variedades. A escolha de tais variedades foi realizada a partir dos resultados gerais obtidos, baseados nas amostras que se destacaram na análise sensorial e obtiveram diferença estatística.

Tabela 9. Intenção de compra dos chocolates amargos produzidos com 5 diferentes variedades

Escala	Variedades				
	PS 10.30	FM 31	CA 1.4	CCN 51	SJ 02
1 Certamente compraria	3%	18%	1%	12%	2%
2 Provavelmente compraria	26%	38%	3%	43%	15%
3 Tenho dúvidas se compraria	22%	34%	18%	22%	39%
4 Provavelmente não compraria	35%	3%	21%	19%	32%
5 Certamente não compraria	14%	7%	57%	4%	12%

O chocolate da variedade FM 31 foi o que obteve as maiores notas de aceitação quanto ao sabor, acidez e impressão global, sendo que 38% dos provadores indicaram que provavelmente comprariam o chocolate produzido a partir desta variedade, 18% certamente comprariam e 34% mostraram dúvida se comprariam o produto, totalizando intenção positiva de 56%.

Aproximadamente 30% dos provadores, ficaram em dúvida se comprariam os chocolates produzidos com as demais variedades caso estivessem à venda. A indecisão quanto à compra pode ser pelo fato da maioria dos provadores, 41%, preferirem chocolate ao leite, sendo que os chocolates avaliados eram amargos, com alto teor de cacau (65%).

Moreno *et al.* (2012) ao avaliarem o consumo de chocolates amargos por diferentes grupos, consumidores (diário ou semanalmente) e não consumidores (ocasionalmente ou quase nunca), relataram que a frequência de consumo tem

efeito significativo sobre a aceitabilidade dos chocolates, afirmando que as diferenças em resposta de aceitação não é apenas devido aos atributos sensoriais das amostras, mas também devido às características do consumidor, como hábitos de consumo e preferências individuais.

4.2 Safra II

4.2.1 Análise descritiva quantitativa

a. Pré-seleção dos voluntários e terminologia descritiva

Dos 17 provadores que participaram do treinamento para avaliação das amostras da safra I, somente 10 provadores permaneceram na equipe sensorial para o treinamento das amostras da safra II. Foi utilizada a mesma ficha de avaliação contendo 9 termos descritores da primeira equipe e a mesma lista contendo a definição dos termos descritores e seus respectivos materiais de referência, com mínimo e máximo (Figura 12).

b. Seleção final da equipe de provadores

Após seis sessões de treinamentos os provadores foram submetidos novamente ao teste de seleção final da equipe sensorial. Na Tabela 10 são apresentados os valores de $pF_{amostra}$ e $pF_{repetição}$ referentes aos resultados. Para permanecer na equipe de provadores treinados foram selecionados aqueles que discriminaram no mínimo 60% dos descritores (5 dos 9 descritores) e apresentaram também boa reprodutibilidade de julgamentos de no mínimo 60%. Conforme pode ser observado na Tabela 10 (valores em vermelho e itálico) todos os provadores ficaram acima do mínimo estabelecido para o poder discriminativo,

ou seja, maior que 60% dos termos descritores foram discriminados obtendo-se $p_{\text{Famostra}} \leq 0,50$, permanecendo na equipe pelo p_{Famostra} .

Em relação à reprodutibilidade de julgamentos todos os demais provadores geraram valores de $p_{\text{Repetição}} \geq 0,05$ em mais de 60% dos descritores.

Quanto ao consenso com os demais membros da equipe sensorial baseado nas recomendações de Damásio e Costell (1991), todos os provadores apresentaram no mínimo 60% de consenso com a equipe (Apêndice C). Em geral, todos os 10 provadores permaneceram na equipe sensorial por corresponder positivamente a todos os requisitos para compor uma equipe treinada.

Tabela 10. Valores de $pF_{amostra}$ e $pF_{repetição}$ gerados no teste de seleção, pelos 10 provadores treinados, para cada descritor da ficha de avaliação dos termos descritores dos chocolates (Valores estabelecidos: $pF_{amostra} \leq 0,50$ e $pF_{repetição} \geq 0,05$ os valores em itálico e vermelho indicam poder discriminativo insuficiente, valores em itálico e azul indicam a repetibilidade insuficiente).

Descritores	Fontes de variação	Provador									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gosto Ácido (GAC)	$pF_{amostra}$	0,0678	0,0016	0,0013	0,0253	0,0311	0,0360	0,0044	0,0837	0,4066	<i>0,547</i>
	$pF_{repetição}$	0,7866	0,4444	0,6663	0,7003	0,9769	<i>0,0251</i>	0,0618	0,7050	0,5959	0,4691
Gosto Amargo (GAM)	$pF_{amostra}$	0,0339	0,0666	0,0146	0,0003	0,0029	<i>0,6527</i>	0,0349	0,0561	0,4082	0,3973
	$pF_{repetição}$	0,8683	0,5336	0,4992	0,2717	0,2421	0,7296	0,8969	0,6592	0,7492	0,9139
Gosto Doce (GDC)	$pF_{amostra}$	0,0205	0,0307	0,0349	0,3468	0,0053	0,0609	0,0067	0,0016	0,0943	0,0622
	$pF_{repetição}$	0,3759	0,9349	0,3074	0,8279	0,5181	0,5225	0,2080	0,5509	0,8913	0,5855
Sabor Caramelo/Mel (SCA)	$pF_{amostra}$	0,0386	0,0001	0,0137	0,0011	0,0006	<i>0,5061</i>	<i>0,7051</i>	0,0160	0,4444	0,0000
	$pF_{repetição}$	0,9586	0,7575	0,4444	0,1650	0,7550	0,9814	0,7861	0,2101	0,4444	<i>0,0000</i>
Sabor Frutal (SFR)	$pF_{amostra}$	0,3208	0,0050	0,0001	0,0009	0,1165	0,0000	<i>0,6504</i>	0,0691	0,1213	0,1202
	$pF_{repetição}$	0,4839	0,4005	0,4444	0,3211	0,3178	<i>0,0000</i>	0,9612	0,4143	0,9799	0,4444
Sabor Chocolate/Cacau (SCH)	$pF_{amostra}$	0,2384	0,0156	0,2806	0,0272	0,1305	0,2380	0,2981	0,0175	0,0151	<i>0,9184</i>
	$pF_{repetição}$	0,9534	0,3637	<i>0,0049</i>	<i>0,0298</i>	0,3607	0,1894	0,9604	0,5130	0,5755	0,2732
Sabor Floral (SFL)	$pF_{amostra}$	0,0000	<i>0,6944</i>	0,0000	0,0792	0,1526	0,0546	0,0025	0,1111	<i>0,7901</i>	0,0000
	$pF_{repetição}$	<i>0,0000</i>	0,3086	<i>0,0000</i>	0,5552	0,5468	0,1698	0,2500	0,4444	0,7901	<i>0,0000</i>
Aroma Chocolate/Cacau (ACH)	$pF_{amostra}$	<i>0,6780</i>	0,0358	0,2301	0,0033	<i>0,9918</i>	<i>0,6346</i>	<i>0,5791</i>	0,4979	<i>0,5055</i>	0,1700
	$pF_{repetição}$	0,2885	0,7684	<i>0,0457</i>	0,1936	0,5364	0,7235	0,6402	0,6771	0,5008	0,2254
Sensação Bucal Adstringente (SAD)	$pF_{amostra}$	0,0055	0,0120	0,0050	0,0548	0,0008	0,0709	0,0473	0,0220	<i>0,5229</i>	0,1006
	$pF_{repetição}$	0,5487	0,6989	0,6122	<i>0,0257</i>	0,1515	0,8457	0,9270	0,4615	0,9099	0,1124
Discriminação dos descritores ($p < 0,50$)		8	9	9	9	8	6	6	9	6	7
Repetibilidade dos descritores ($p > 0,05$)		8	9	6	8	9	8	9	9	9	7

c. Perfil sensorial dos chocolates amargos

Na Tabela 11 são apresentados os resultado da análise sensorial dos chocolates produzidos com as 22 variedades de cacau da safra II avaliadas pelos julgadores.

Tabela 11. Médias das notas dadas pela equipe sensorial com relação aos 9 descritores que caracterizaram as amostras de 22 chocolates amargos de distintas variedades de cacau.

Variedades II	Descritores								
	GAC	GAM	SCA	GDC	SAD	SFR	SCH	SFL	ACH
BJ 11	5,3 ± 1,7 ^{ghi}	5,7 ± 1,0 ^{fg}	0,8 ± 0,6 ^{abc}	4,1 ± 2,0 ^a	3,7 ± 1,5 ^{gh}	0,6 ± 0,8 ^{abc}	5,8 ± 1,6 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	5,7 ± 2,2 ^{ab}
CA 1.4	5,5 ± 1,2 ^{defghi}	5,8 ± 0,9 ^{efg}	0,8 ± 0,6 ^{abc}	3,4 ± 1,5 ^{abcd}	4,3 ± 1,8 ^{cdefgh}	0,4 ± 0,8 ^{bc}	5,4 ± 1,5 ^a	0,4 ± 0,7 ^a	5,4 ± 2,3 ^{ab}
CCN 10	5,6 ± 1,5 ^{cdefghi}	5,7 ± 0,8 ^{fg}	0,8 ± 0,9 ^{abc}	3,8 ± 2,0 ^{ab}	3,7 ± 2,1 ^{gh}	1,1 ± 1,3 ^a	5,5 ± 1,7 ^a	0,3 ± 0,4 ^a	5,3 ± 2,4 ^{ab}
CCN 51	5,7 ± 1,1 ^{cdefghi}	6,1 ± 0,9 ^{cdefg}	0,5 ± 0,7 ^{abc}	3,2 ± 1,5 ^{bcdef}	4,6 ± 2,0 ^{abcdef}	0,7 ± 0,3 ^{abc}	5,6 ± 1,7 ^a	0,3 ± 0,4 ^a	5,3 ± 2,4 ^{ab}
COMUM	5,4 ± 1,1 ^{fghi}	5,6 ± 0,8 ^g	0,8 ± 0,9 ^{abc}	3,5 ± 1,6 ^{abc}	3,9 ± 1,6 ^{defgh}	0,3 ± 0,4 ^{bc}	5,7 ± 1,7 ^a	0,2 ± 0,3 ^a	5,4 ± 2,2 ^{ab}
EET 397	6,5 ± 1,1 ^a	6,8 ± 0,9 ^{ab}	0,5 ± 0,6 ^{abc}	2,6 ± 1,6 ^{gf}	5,2 ± 1,8 ^{ab}	0,7 ± 0,7 ^{abc}	5,5 ± 1,6 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	5,5 ± 2,0 ^{ab}
FA 13	6,4 ± 1,4 ^{ab}	6,9 ± 1,0 ^a	0,3 ± 0,5 ^c	2,3 ± 1,4 ^g	5,2 ± 1,8 ^a	0,5 ± 0,6 ^{abc}	5,3 ± 1,7 ^a	0,2 ± 0,3 ^a	5,3 ± 2,0 ^{ab}
FM 31	6,3 ± 1,2 ^{abc}	6,5 ± 1,0 ^{abcd}	0,3 ± 0,4 ^c	2,8 ± 1,6 ^{defg}	4,9 ± 1,9 ^{abc}	0,8 ± 0,6 ^{abc}	5,5 ± 1,4 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	5,3 ± 2,1 ^{ab}
LP 06	6,1 ± 1,4 ^{abcdef}	6,7 ± 1,1 ^{abc}	0,5 ± 0,6 ^{abc}	2,6 ± 1,3 ^{efg}	4,8 ± 1,9 ^{abc}	0,2 ± 0,3 ^c	5,7 ± 1,7 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	5,8 ± 2,2 ^a
PAIN 9316	5,6 ± 1,6 ^{hi}	5,6 ± 1,0 ^g	0,9 ± 0,8 ^a	3,7 ± 1,6 ^{ab}	3,6 ± 1,9 ^h	0,2 ± 0,6 ^{bc}	5,7 ± 1,3 ^a	0,2 ± 0,3 ^a	5,3 ± 2,2 ^{ab}
PH 129	6,4 ± 1,5 ^{ab}	6,5 ± 0,9 ^{abcd}	0,4 ± 0,7 ^{bc}	2,8 ± 1,7 ^{cdefg}	4,6 ± 1,8 ^{abcde}	0,8 ± 0,7 ^{abc}	5,8 ± 1,6 ^a	0,4 ± 0,6 ^a	5,7 ± 2,1 ^{ab}
PH 16	6,0 ± 1,2 ^{abcdefg}	6,3 ± 0,9 ^{abcdef}	0,4 ± 0,5 ^c	2,8 ± 1,7 ^{cdefg}	4,0 ± 1,8 ^{abcd}	0,6 ± 0,5 ^{abc}	5,6 ± 1,4 ^a	0,5 ± 0,9 ^a	5,4 ± 2,0 ^{ab}
PS 10.30	6,4 ± 1,1 ^{ab}	6,5 ± 0,9 ^{abcd}	0,5 ± 0,7 ^{abc}	2,5 ± 1,4 ^{gf}	4,9 ± 1,9 ^{abc}	0,6 ± 0,8 ^{abc}	5,6 ± 1,7 ^a	0,3 ± 0,3 ^a	5,0 ± 2,2 ^b
PS 13.19	5,9 ± 1,1 ^{abcdefgh}	6,1 ± 1,0 ^{bcdefg}	0,7 ± 0,8 ^{abc}	3,3 ± 1,6 ^{bcde}	4,3 ± 1,5 ^{bcdegh}	0,8 ± 0,7 ^{ab}	5,8 ± 1,0 ^a	0,3 ± 0,2 ^a	5,6 ± 1,8 ^{ab}
PS 40.7	6,1 ± 1,3 ^{abcd}	6,5 ± 0,8 ^{abcd}	0,7 ± 0,5 ^{abc}	2,9 ± 1,8 ^{cdefg}	4,9 ± 1,6 ^{abc}	0,7 ± 0,8 ^{abc}	5,7 ± 1,7 ^a	0,3 ± 0,6 ^a	5,2 ± 2,2 ^{ab}
TSAN 792	5,8 ± 1,3 ^{abcdefghi}	6,4 ± 1,0 ^{abcde}	0,7 ± 0,7 ^{abc}	2,8 ± 1,6 ^{cdefg}	4,8 ± 1,8 ^{abc}	0,4 ± 0,6 ^{bc}	5,7 ± 1,5 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	5,3 ± 2,1 ^{ab}
TSH 1188	5,4 ± 1,7 ^{fghi}	5,8 ± 1,2 ^{efg}	0,5 ± 0,5 ^{abc}	3,4 ± 1,7 ^{abcd}	3,9 ± 1,9 ^{defgh}	0,2 ± 0,5 ^{bc}	5,8 ± 1,5 ^a	0,3 ± 0,6 ^a	5,3 ± 2,2 ^{ab}
TSH 516	5,1 ± 1,3 ⁱ	5,6 ± 0,8 ^g	0,8 ± 0,8 ^{abc}	3,5 ± 1,5 ^{abc}	3,8 ± 1,8 ^{fgh}	0,6 ± 0,9 ^{abc}	5,5 ± 1,5 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	5,3 ± 2,1 ^{ab}
TSH 565	6,1 ± 1,5 ^{abcde}	6,6 ± 1,0 ^{abcd}	0,5 ± 0,6 ^{abc}	2,6 ± 1,4 ^{efg}	4,5 ± 1,7 ^{abcdefg}	0,7 ± 0,7 ^{abc}	5,7 ± 1,4 ^a	0,5 ± 0,7 ^a	5,4 ± 2,1 ^{ab}
VB 1128	5,8 ± 1,4 ^{abcdefghi}	6,0 ± 0,9 ^{cdefg}	0,8 ± 0,7 ^{abc}	3,3 ± 1,4 ^{bcde}	4,3 ± 1,6 ^{cdefgh}	0,6 ± 0,7 ^{abc}	5,8 ± 1,3 ^a	0,2 ± 0,5 ^a	5,6 ± 2,0 ^{ab}
VB 1151	5,4 ± 1,4 ^{efghi}	5,7 ± 0,9 ^{fg}	0,9 ± 1,1 ^{ab}	3,5 ± 1,5 ^{abcd}	3,8 ± 1,8 ^{efgh}	0,3 ± 0,5 ^{bc}	5,6 ± 1,5 ^a	0,3 ± 0,4 ^a	5,3 ± 2,4 ^{ab}
VB 515	5,5 ± 1,7 ^{defghi}	6,0 ± 0,8 ^{defg}	0,8 ± 0,8 ^{abc}	3,5 ± 1,9 ^{abc}	3,9 ± 1,7 ^{defgh}	0,4 ± 0,7 ^{bc}	5,9 ± 1,6 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	5,7 ± 2,2 ^{ab}
*D.M.S	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9	0,6	0,6	0,5	0,8

*D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Valores na mesma coluna, com a mesma letra, não difere significativamente entre si (teste de Tukey $\alpha=5\%$). Siglas: GAC: Gosto ácido; GAM: Gosto amargo; SCA: Sabor caramelo; GDC: Gosto doce; SAD: Sensação adstringente; SFR: Sabor frutal; SCH: Sabor chocolate; SFL: Sabor floral e ACH: Aroma de chocolate.

Verifica-se que os chocolates das variedades EET 397, FA 13, PS 10.30, PH 129, FM 31, PS 40.7 e TSH 565 apresentaram as maiores notas de gosto ácido, sendo que os chocolates dos cultivares FA 13, EET 397, FM 31, LP 06, PH 129 e PH 16 apresentando as maiores médias para o gosto amargo e sensação adstringente.

O chocolate do cultivar PAIN 9316 apresentou a maior nota de sabor caramelo, mas não se diferenciou estatisticamente da maioria das variedades. Quanto ao gosto doce, os chocolates das variedades BJ 11, CA 1.4, CCN 10, COMUM, PAIN 9316, TSH 1188, TSH 516, VB 1151 e VB 515 receberam as maiores notas em relação aos demais, com valores que não diferiram entre si ao nível de significância de 5%.

Quanto ao sabor frutal o chocolate do cultivar CCN 10 apresentou maior nota média, a qual não se diferenciou estatisticamente da maioria dos chocolates analisados.

Em relação ao sabor e aroma de chocolate e sabor floral não houve diferença significativa entre as variedades.

4.2.1.1 Comparação da análise descritiva quantitativa entre as safras I e II

Verifica-se que existe diferença entre o perfil sensorial para as mesmas amostras entre a safra I e II. Como exemplo, na safra I o chocolate da variedade EET 397 foi caracterizado com a maior nota de sabor floral e com significativa diferença entre as demais amostras. Os chocolates das variedades CA 1.4 e PAIN 9316, na safra I obtiveram as maiores notas para os gostos ácido e amargo e sensação adstringentes, o que não foi verificado na safra II. As amostras FM 31 e FA 13 foram caracterizadas com notas de sabor caramelo, na safra I, e as amostras COMUM, BJ 11, CCN 51, FA 13, FM 31 entre outras com nota para o gosto doce na safra I.

Verificou-se ainda que os chocolates das variedades CA 1.4 e PAIN 9316 que foram caracterizados, na safra I, com notas de gostos ácido e amargo e

sensação adstringente, enquanto na safra II, esses chocolates se destacaram com as maiores notas de sabor caramelo, porém não se diferenciaram significativamente das demais amostras. Da mesma forma, os chocolates dos cultivares EET 397, FA 13 e FM 31 foram caracterizados, na safra II, como as amostras mais ácidas, amargas e adstringentes. A amostra VB 1128 na safra II também apresentou perfil diferente da safra I, com destaque para o gosto doce, e a amostra TSH 565 destacou-se pelo gosto ácido.

Alguns chocolates das variedades que apresentaram notas mais altas para o gosto doce na safra I (como BJ 11 e COMUM) receberam a mesma classificação na safra II, bem como PH 129, PH 16 e PS 10.30 que foram novamente caracterizadas com notas mais altas de gosto ácido, amargo e sensação adstringente. As amostras TSAN 792, TSH 1188, TSH 516, VB 515, VB 1151 apresentaram poucas alterações em relação no perfil do sabor em ambas as safras.

Visto que as amostras neste trabalho apresentaram variações de sabor nos mesmos cultivares, porém em safras distintas, é possível afirmar que pode haver um efeito de safra e que os procedimentos pós colheita influenciam no desenvolvimento do sabor, uma vez que os precursores do sabor do cacau são desenvolvidos principalmente durante a fermentação e a secagem, mediante a ação de diferentes microrganismos presentes na polpa, além da ação de enzimas nos carboidratos, proteínas e polifenóis, sendo que o tempo de fermentação, revolvimento da massa e penetração de oxigênio podem influenciar na formação do sabor cacau.

Sukha *et al.* (2008) utilizaram uma equipe treinada que avaliou cinco misturas de materiais *Trinitário* (TSH e Imperial College Seletion ICS), cultivados em diferentes propriedades comerciais em Trinidad e nesse trabalho, com exceção do sabor de cacau, foram notadas diferenças significativas nas médias das notas atribuídas para os sabores frutal, floral, *nuts*, gostos ácido e amargo e sensação adstringente, verde e outros *em* três anos de colheita. Os mesmos

autores afirmam que a influencia dos efeitos do ambiente e ano/safra sobre o sabor nunca foi claramente identificada e ainda é mal compreendida.

Campos *et al.* (2012) avaliaram o efeito do tempo de fermentação e temperatura de secagem no perfil de compostos voláteis nas amostras de amêndoas de cacau *Forastero* no México e após 2, 4, 6 e 8 dias de fermentação, seguidos de temperatura de secagem de 60, 70 e 80 °C e observaram que o processo de fermentação foi mais eficiente que o processo de secagem no perfil dos compostos voláteis, sendo que após 8 dias de fermentação, compostos indesejáveis que causam *off-flavour* foram produzidos. Os mesmos autores identificaram também que álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e parte das pirazinas foram os precursores de sabor formados durante o processo de fermentação e foram responsáveis pelos sabores floral, doce, mel, frutal, chocolate e outros encontrados.

Camu *et al.* (2008) avaliaram sete fermentações espontâneas de cacau em duas propriedades em Gana, colhidos em diferentes safras, e baseados nos seus resultados, afirmaram que mesmo quando as fermentações de cacau são realizadas na mesma fazenda, com o mesmo cultivar, e sob as mesmas condições de fermentação e secagem as características de sabor obtidos podem ser diferentes devido à variabilidade microbiana, dinâmica populacional e cinética de metabólitos entre as fermentações.

Cubero *et al.* (1993) afirmam que as diferenças entre genótipos, em relação ao pH e a acidez total, podem ser geradas pela diferença da composição das polpas e pelas reações durante o processamento. A composição da polpa varia com o grupo, sendo que *Criollo* e *Trinitario* têm polpa mais açucarada gerando assim maior quantidade de ácido que o grupo *Forastero*, inclusive *Catongo*, sendo que este último tem a polpa menos açucarada, produzindo assim menor quantidade de ácido.

Desta maneira é possível afirmar que o desenvolvimento de sabor do cacau depende de ambos os fatores, do genótipo e da fermentação, pois se uma variedade apresenta maior ou menor quantidade de açúcares na polpa, alta ou

baixa concentração de polifenóis e metilxantinas na semente, esses compostos sofrerão mudanças durante a fermentação, impactando no sabor do cacau.

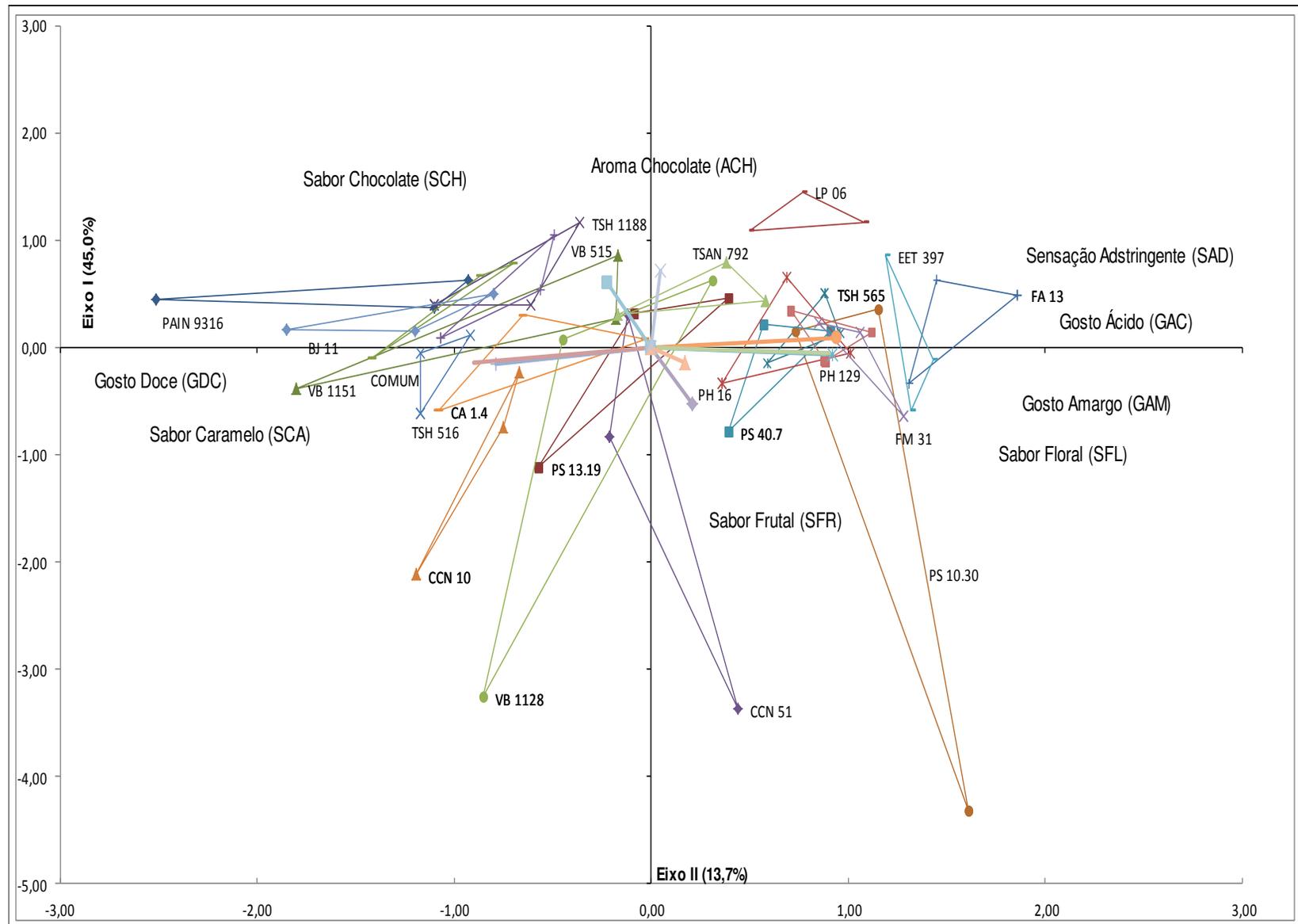


Figura 18. Análise de Componentes Principais das 22 variedades de chocolate amargo da safra II.

O gráfico da Análise de Componentes Principais (ACP) da safra II (Figura 18) é composto por dois eixos, de forma que o eixo I explica 45,0% da variação sensorial entre os chocolates e o eixo II explica 13,7%. Juntos, ambos os eixos explicam 58,7% das variações.

Assim os descritores mais importantes na ACP para explicar a variação entre os chocolates das 22 variedades com relação a sua localização no Eixo I são: gosto ácido, gosto amargo, sensação adstringente, gosto doce, sabor caramelo e sabor floral.

Verifica-se que, na safra II, que algumas das amostras foram similares quanto ao perfil sensorial, visto que se encontram próximas. Variedades que se encontram mais distantes das demais apresentam maior diferença, como visto no eixo I (que é composto pelos vetores do lado direito representados pelos gostos ácido, amargo, sensação adstringente e sabor floral, e pelo lado esquerdo pelos gosto doce e sabor caramelo). Do lado direito as amostras estão próximas umas das outras, confirmando a similaridade quanto aos gostos ácido, amargo e sensação adstringente com razoável destaque para as amostras LP 06 e FA 13. As demais amostras como TSAN 792, PH 16, EET 397, FM 31, PH 129, PS 40.7, TSH 565 e PS 10.30 parecem similares quanto aos gostos ácido e amargo e sensação adstringente, mas por estarem próximas, não parecem apresentar diferença entre si.

A Figura 18 também sugere similaridade entre os chocolates das variedades situadas à esquerda do Eixo I quanto à intensidade do sabor caramelo e gosto doce com destaque para as amostras PAIN 9316 e BJ 11, seguidas dos chocolates das variedades TSH 1188, VB 515, COMUM, CA 1.4, VB 1128, TSH 516, CCN 10 que se encontram próximos. O sabor floral é representado no eixo I e verifica-se não há amostras próximas que possam ser caracterizadas com este sabor.

No eixo II os descritores representados são sabor chocolate, aroma chocolate e sabor frutal. Em relação aos vetores do sabor de chocolate e frutal e aroma de chocolate, não há variedades próximas. Isto ocorre talvez pelo fato dos

outros atributos como gosto amargo, ácido e adstringência encobrirem o sabor e o aroma de chocolate.

4.2.1.2 Comparação entre as safras através da Análise de Componentes Principais

Verifica-se que em ambas as ACPs das safras I e II, que algumas amostras continuam próximas umas das outras com poucos destaques. Porém a diferença está na posição de cada amostra nos eixos, que em alguns casos foi oposta. Os chocolates das variedades CA 1.4, PAIN 9316 e VB 1128 que se encontravam na ACP da safra I no eixo caracterizado pelos gostos amargo, ácido e sensação adstringente, na safra II se encontram no eixo caracterizado como sabor de caramelo e doce. As amostras LP 06, FA 13, PH 16, EET 397, FM 31 e TSH 565 que eram caracterizadas no eixo I com gosto doce e sabor caramelo na safra I, apareceram no eixo representado pelos gostos amargo e ácido na safra II. A oposição das amostras no gráfico demonstra a mudança no perfil de sabor para as duas safras analisadas.

Os chocolates dos materiais TSAN 792, TSH 1188, TSH 516, VB 515 e VB 1151 apresentaram pouca diferença em relação à localização no gráfico da ACP da safra II, assim pode-se inferir que houve pouca ou nenhuma diferença no perfil de sabor destas amostras.

Levando em consideração o grande número de amostras analisadas, é possível afirmar que as equipes foram capazes de caracterizar as variedades das safras I e II atribuindo sabores a cada amostra, sendo assim a ADQ mostrou-se um eficiente método para quantificar e qualificar amostras de chocolate.

Esses resultados podem ser comparados na Tabela 11, por meio dos valores médios de intensidade de todos os descritores para cada amostra analisada, onde as diferenças sugeridas pela ACP podem ser confirmadas estatisticamente.

4.2.2 Análise de aceitação dos chocolates amargos

Na Tabela 12 é apresentada a média das notas atribuídas aos chocolates amargos produzidos com as 22 variedades de cacau da safra II.

Tabela 12. Médias corrigidas das notas dadas pelos provadores na avaliação sensorial de aceitação de chocolates de 22 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).

Variedades II	Aroma	Sabor	Derretimento	Dureza	Amargor	Acidez	Impressão Global
BJ 11	7	6	7	7	6	6	7
CA 1.4	5	4	6	7	3	2	4
CCN 10	6	6	6	4	6	5	6
CCN 51	4	5	6	6	4	3	4
COMUM	6	6	6	5	6	6	6
EET 397	7	5	8	8	5	5	5
FA 13	4	4	6	7	2	2	3
FM 31	7	5	8	8	5	6	6
LP 06	4	4	6	7	3	2	3
PAIN 9316	7	6	6	7	7	6	6
PH 129	7	4	7	7	4	4	5
PH 16	7	6	7	7	6	6	6
PS 10.30	4	4	6	7	3	2	3
PS 13.19	7	5	6	6	5	5	5
PS 40.7	6	5	6	6	5	4	5
TSAN 792	7	6	7	8	6	6	7
TSH 1188	7	7	7	6	8	7	7
TSH 516	6	5	6	5	5	5	5
TSH 565	7	5	6	6	6	6	6
VB 1128	7	5	7	7	5	6	6
VB 1151	7	7	7	6	7	6	7
VB 515	7	6	7	7	6	6	6

Tabela 13. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre as amostras de chocolate de 22 variedades com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009).

	BJ 11	CA 1.4	CCN 10	CCN 51	COMUM	EET 397	FA 13	FM 31	LP 06	PAIN 9316	PH 129	PH 16	PS 10.30	PS 13.19	PS 40.7	TSAN 792	TSH 1188	TSH 516	TSH 565	VB 1128	VB 1151	
CA 1.4	**																					
CCN 10	**	**																				
CCN 51	**	*	**																			
COMUM	**	**	ns	**																		
EET 397	ns	**	**	**	**																	
FA 13	**	**	**	**	**	**																
FM 31	ns	**	**	**	**	ns	**															
LP 06	**	ns	**	*	**	**	ns	**														
PAIN 9316	ns	**	**	**	*	**	**	**	**													
PH 129	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**												
PH 16	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns											
PS 10.30	**	*	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**	**										
PS 13.19	**	**	*	**	**	ns	**	ns	**	*	**	ns	**									
PS 40.7	*	ns	**	ns	**	**	**	**	*	**	ns	**	**	ns								
TSAN 792	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	**	*	**							
TSH 1188	ns	**	**	**	ns	**	**	**	**	*	**	ns	**	*	**	*						
TSH 516	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	*					
TSH 565	ns	**	*	**	*	*	**	ns	**	**	ns	ns	**	ns	*	ns	**	*				
VB 1128	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	**	*	ns	**	**	ns			
VB 1151	ns	**	*	**	ns	**	**	**	**	*	**	ns	**	ns	**	ns	ns	*	**	*		
VB 515	ns	**	**	**	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	**	*	ns	ns	*	ns	**	ns	

Na Tabela 13 'ns': diferença entre as amostras não foi significativa nos níveis avaliados; '*' e '**' indicam, respectivamente, que houve diferença estatística entre as amostras a 5 e 1% de significância.

As amostras mais aceitas quanto à impressão global pelos consumidores foram BJ 11, TSAN 792, TSH 1188 e VB 1151, com médias situadas na categoria “gostei moderadamente” da escala hedônica de nove pontos (Tabela 12). Já as amostras CCN 10, COMUM, FM 31, PAIN 9316, PH 16, TSH 565, VB 1128 e VB 515 foram situadas na categoria “gostei ligeiramente”. Todos os chocolates das variedades citadas foram também os mais aceitos quanto aos gostos ácido e amargo e sabor de chocolate.

Os chocolates das variedades FA 13, LP 06 e PS 10.30 apresentaram as menores médias quanto à impressão global, situadas na categoria “desgostei moderadamente” da escala utilizada, sendo também as amostras menos aceitas quanto aos gostos ácido e amargo. As amostras CA 1.4 e CCN 51 foram classificadas na categoria “desgostei ligeiramente” quanto à impressão global. Os chocolates das variedades EET 397, PH 129, PS 13.19, PS 40.7 e TSH 516 foram classificados na categoria “nem gostei nem desgostei” quanto à impressão global.

Em relação ao aroma de chocolate as amostras CCN 51, FA 13, LP 06 e PS 10.30 foram classificadas na categoria “desgostei ligeiramente”. Quanto ao sabor de chocolate as amostras menos aceitas foram CA 1.4, FA 13, LP 06, PH 129 e PS 10.30 classificadas na categoria “desgostei ligeiramente”.

Quanto ao derretimento os chocolates das variedades EET 397 e FM 31 foram os mais aceitos, com médias situadas na categoria “gostei muito”. Estas mesmas amostras juntamente com TSAN 792 foram as mais aceitas quanto à dureza na categoria “gostei muito”.

Na análise estatística multivariada (Tabela 13), na qual todos os atributos sensoriais foram avaliados conjuntamente, nota-se que o chocolate da variedade LP 06 se diferenciou ao nível de significância de 1 e 5% da maioria dos demais, com exceção dos chocolates das variedades CA 1.4, FA 13 e PS 10.30. A amostra COMUM não se diferenciou dos chocolates das variedades CCN 10, TSH 1188, TSH 516 e VB 1151. É possível inferir que esses chocolates apresentam perfil sensorial similar. O chocolate da variedade EET 397 não se diferenciou

significativamente das amostras BJ 11, FM 31, PH 129, PS 13.19, VB 1128, e VB 515.

Os resultados obtidos em ambos os testes sensoriais realizados na safra II (teste de aceitação com provadores não treinados e ADQ com provadores treinados), indicam, em especial, que as amostras caracterizadas com sabor caramelo e gosto doce como os chocolates das variedades BJ 11, CCN 10, VB 515, VB 1151, COMUM, PAIN 9316, TSH 1188 e TSAN 792 foram as mais aceitas pelos consumidores. Porém, o chocolate da variedade CA 1.4 que foi caracterizado com gosto doce pelos provadores treinados na safra II, foi uma das amostras menos aceitas pelos consumidores na safra II.

Os chocolates das variedades EET 397, FA 13, LP 06, PH 129, PH 16 e PS 10.30 que foram caracterizados na ADQ com as maiores médias para os gostos ácido, amargo e sensação adstringente, também apresentaram menor aceitação pelos consumidores (teste de aceitação). Entretanto a amostra FM 31 que foi caracterizada com uma das maiores notas para os gostos amargo e ácido pelos provadores treinados na safra II, recebeu média, no teste de aceitação com consumidores, equivalente à categoria “gostei ligeiramente” para gosto ácido e impressão global de acordo com a escala utilizada.

Esses dados confirmam que alguns dos chocolates dos cultivares avaliados na safra II apresentaram perfil de sabor distinto da safra I e os provadores não treinados diferenciaram a maioria das amostras segundo a caracterização realizada pela equipe sensorial nas duas safras.

a. Caracterização do grupo de provadores não treinados da safra II

Foi realizado questionamento quanto à frequência de consumo de chocolate, faixa etária, tipos de chocolates mais consumidos e as marcas comerciais mais consumidas pelos provadores não treinados na safra II (Figura 19).

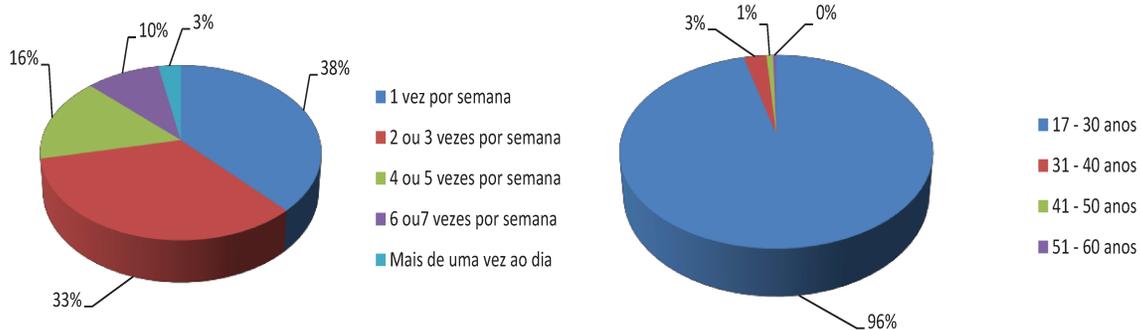


Figura 19. Faixa etária e frequência de consumo de chocolate do grupo de provadores não treinados que realizou a análise sensorial das 22 amostras de chocolates amargos.

Em relação à frequência de consumo, 38% dos provadores não treinados consomem chocolate 1 vez por semana. Quanto à faixa etária, 96% dos provadores tinham entre 17 e 30 anos.

Na Figura 20 são apresentados os tipos de chocolates mais consumidos pelos provadores.

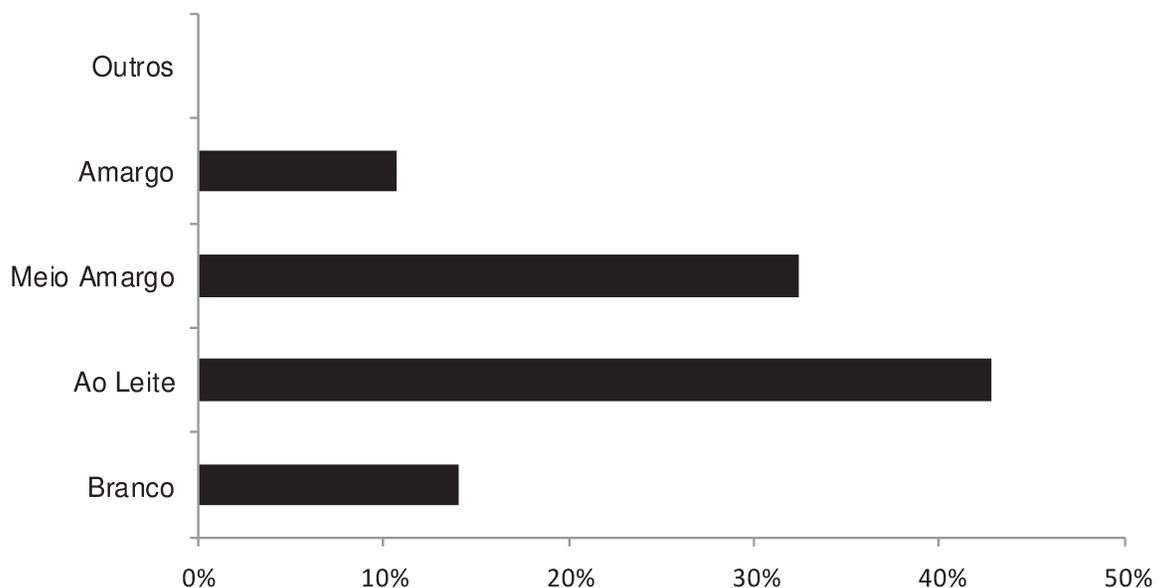


Figura 20. Tipos de chocolate mais consumidos pelo grupo de provadores não treinado que realizaram as análises sensoriais das 22 amostras de chocolates amargos da safra II.

Os tipos de chocolate mais consumidos foram novamente o “ao leite”, com 43% dos provadores, seguidos do “meio amargo”, com 32%, branco, com 14% e amargo com 11%. Esse resultado pode justificar a maior aceitação das variedades avaliadas que possuíam maiores notas para o gosto doce e sabor caramelo, assim como nos resultados do teste de aceitação da safra I, devido a maioria dos consumidores estarem habituados com chocolates de gosto doce ou sabor caramelizado como é o caso do chocolate “ao leite”.

A Figura 21 mostra as marcas comerciais de chocolate mais consumidas pelos consumidores que avaliaram os chocolates da safra II.

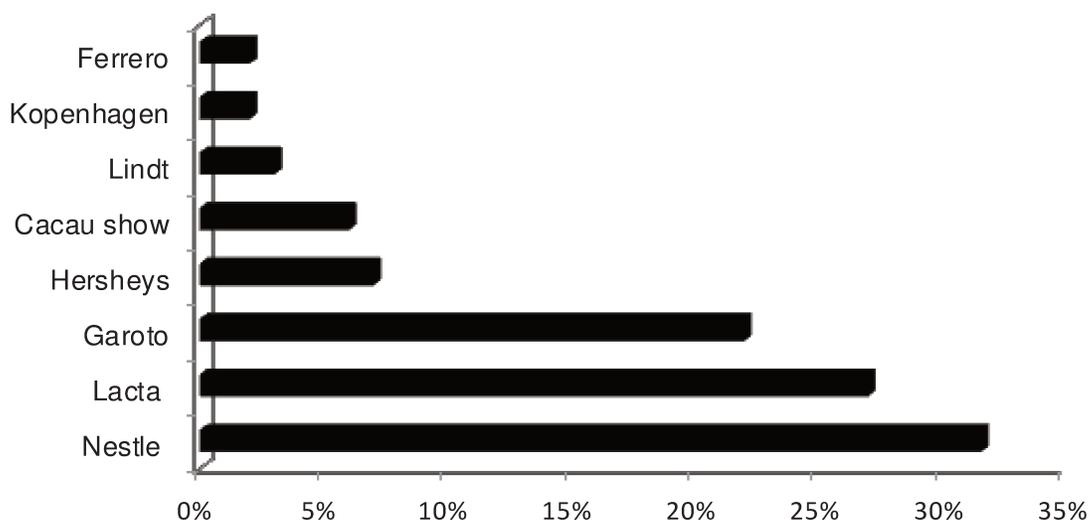


Figura 21. Marcas comerciais mais consumidas pelo grupo de provadores não treinados que realizaram as análises sensoriais das 22 amostras de chocolates amargos da safra II.

As marcas de chocolate mais consumidas pelos provadores são Nestlé com 32%, Lacta 27% e Garoto 22%.

a. Intenção de compra

Os consumidores avaliaram a intenção de compra dos chocolates amargos da safra II utilizando a mesma escala de 5 pontos utilizada para avaliação dos

chocolates da safra I, sendo 1 “certamente compraria” a 5 “certamente não compraria”. Na Tabela 14 são apresentadas as notas médias da intenção de compra dos chocolates de 5 variedades escolhidas por se destacarem quanto ao sabor na safra II.

Tabela 14. Intenção de compra dos chocolates amargos produzidos com 5 diferentes variedades.

Escala	Variedades				
	CCN 10	EET 397	CA 1.4	BJ 11	FM 31
1 Certamente compraria	8%	4%	16%	24%	6%
2 Provavelmente compraria	32%	12%	18%	38%	8%
3 Tenho dúvidas se compraria	22%	14%	28%	10%	16%
4 Provavelmente não compraria	16%	22%	20%	20%	30%
5 Certamente não compraria	22%	48%	16%	4%	40%

Em relação à intenção de compra, 38% dos provadores não treinados declararam que provavelmente comprariam o chocolate produzido com a variedade BJ 11, percentagem que pode ser devida à resposta obtida quanto à impressão global desta amostra situada na categoria “gostei moderadamente”. O chocolate da variedade EET 397 recebeu 48% da rejeição dos provadores, com média situada na escala equivalente à “certamente não compraria”. Tal rejeição pode ter ocorrido em função da menor aceitação pelos provadores em relação à impressão global (nota média equivalente à categoria “nem gostei nem desgostei” de acordo com a escala utilizada). Desta forma há um claro indicativo da influencia do sabor à decisão do consumidor no momento da compra de produtos como o chocolate.

4.3 Avaliação conjunta dos resultados obtidos na análise descritiva quantitativa e teste de aceitação com consumidores dos chocolates produzidos nas safras I e II

4.3.1 Avaliação conjunta das respostas da ADQ

A Tabela 15 apresenta às médias corrigidas obtidas na avaliação conjunta dos resultados da análise descritiva quantitativa com provadores treinados em ambas as safras avaliadas.

Tabela 15. Médias corrigidas das notas dadas pelos provadores treinados da safra I e II na análise descritiva quantitativa dos chocolates de 22 variedades de cacau (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009).

Variedades I e II	Descritores								
	GAC	GAM	SCA	GDC	SAD	SFR	SCH	SFL	ACH
BJ 11	5,8	5,9	0,8	4,5	3,8	0,4	6,1	0,1	5,5
CA 1. 4	6,2	6,5	0,5	3,5	4,8	0,3	5,9	0,2	5,2
CCN 10	5,9	6,2	0,7	4,1	3,9	0,6	6,0	0,2	5,2
CCN 51	5,7	6,1	0,7	4,1	4,3	0,4	5,9	0,2	5,1
COMUM	5,3	5,7	1,0	4,6	4,0	0,2	5,9	0,1	5,3
EET 397	6,4	6,6	0,5	3,4	4,7	0,7	5,7	0,4	5,4
FA 13	6,3	6,7	0,6	3,7	4,7	0,4	5,7	0,1	5,2
FM 31	5,8	5,9	0,8	4,0	4,2	0,5	5,8	0,1	5,2
LP 06	6,1	6,5	0,7	3,9	4,7	0,2	5,8	0,3	5,5
PAIN 9316	5,8	6,0	0,7	4,0	4,1	0,4	5,8	0,2	5,5
PH 16	6,1	6,2	0,5	3,8	4,3	0,6	5,9	0,3	5,3
PH 129	6,6	6,5	0,6	3,7	4,6	0,6	6,1	0,3	5,4
PS 13.19	6,0	6,3	0,6	4,1	4,3	0,6	5,9	0,2	5,2
PS 40.7	6,2	6,6	0,6	3,7	4,8	0,4	6,0	0,3	5,3
PS 1030	6,2	6,6	0,7	3,6	4,7	0,6	6,0	0,2	5,1
TSAN 792	5,8	6,2	0,9	4,2	4,4	0,3	5,9	0,2	5,3
TSH 516	5,5	5,8	0,8	4,3	3,7	0,4	5,9	0,1	5,1
TSH 565	6,1	6,4	0,8	3,8	4,4	0,5	5,9	0,3	5,3
TSH 1188	5,7	6,1	0,6	4,0	4,0	0,2	6,1	0,2	5,3
VB 515	5,6	6,1	0,7	4,2	4,2	0,5	6,1	0,2	5,5
VB 1128	6,4	6,2	0,7	4,0	4,3	0,6	6,0	0,2	5,4
VB 1151	5,6	5,7	0,1	4,3	3,9	0,5	6,0	0,2	5,2

Siglas: GAC: Gosto ácido; GAM: Gosto amargo; SCA: Sabor caramelo; GDC: Gosto doce; SAD: Sensação adstringente; SFR: Sabor frutal; SCH: Sabor chocolate; SFL: Sabor floral e ACH: Aroma de chocolate.

A Tabela 16 apresenta a diferença entre os chocolates das variedades avaliadas considerando os resultados das safras I e II para o conjunto das variáveis consideradas na análise descritiva quantitativa (análise estatística multivariada, considerando valor de lambda de Wilks - PROC–GLM / MANOVA - SAS®).

Tabela 16. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre os chocolate dos materiais estudados na safra I e II com relação aos atributos sensoriais avaliados na análise descritiva quantitativa.

	BJ 11	CA 1.4	CCN 10	CCN 51	COMUM	EET 397	FA 13	FM 31	LP 06	PAIN 9316	PH 129	PH 16	1PS 10.30	PS 13.19	PS 40.7	TSAN 792	TSH 1188	TSH 516	TSH 565	VB 1128	VB 1151	
CA 1.4	**																					
CCN 10	*	**																				
CCN 51	**	**	ns																			
COMUM	**	**	**	**																		
EET 397	**	*	**	**	**																	
FA 13	**	ns	**	**	**	*																
FM 31	**	**	ns	ns	**	**	**															
LP 06	**	ns	**	**	**	**	ns	**														
PAIN 9316	ns	**	ns	ns	**	**	**	ns	**													
PH 129	**	*	**	**	**	ns	*	**	**	**												
PH 16	**	*	ns	ns	**	*	**	ns	**	ns	ns											
PS 10.30	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	**	**	ns	*										
PS 13.19	**	*	ns	ns	**	**	*	ns	*	ns	*	ns	ns									
PS 40.7	**	ns	**	*	**	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns								
TSAN792	*	**	*	ns	*	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	*							
TSH 1188	ns	**	*	ns	**	**	**	ns	**	ns	**	*	**	ns	**	ns						
TSH 516	ns	**	*	ns	ns	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	*	ns					
TSH 565	**	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**				
VB 1128	**	**	ns	*	**	**	**	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	**	**	**	**	ns			
VB 1151	ns	**	*	ns	*	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	*	*	**	**	*		
VB 515	*	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	*	**	ns	**	ns	ns	*	*	*		ns

Na Tabela 16, 'ns' indica que a diferença entre as amostras não foi significativa nos níveis avaliados; '*' e '**' indicam, respectivamente, que houve diferença entre as amostras a 5 e 1% de significância.

Verifica-se que houve diferença entre as amostras para o conjunto das variáveis sensoriais avaliadas por análise descritiva quantitativa considerando as respostas das safras I e II (Tabela 16). O material CA 1.4 diferenciou-se dos demais aos níveis de 1 e 5% de significância, exceto dos chocolates das variedades FA 13, LP 06, PS 10.30, PS 40.7 e TSH 565, essas amostras foram caracterizadas com algumas das maiores notas quanto à sensação adstringente e gostos amargo e ácido (Tabela 15). O chocolate da variedade PH 129 não se diferenciou dos chocolates das variedades EET 397, PH 16, PS 10.30, PS 40.7, TSH 565 e VB 1128 e foram caracterizados com as maiores notas médias para sensação adstringente e gostos amargo e ácido. O chocolate da variedade COMUM se diferenciou ao nível de significância de 1 e 5% das demais amostras, exceto do chocolate da variedade TSH 516. A amostra TSH 516 não se diferenciou dos chocolates das variedades BJ 11, CCN 51, COMUM, FM 31, PAIN 9316 e TSH 1188 (Tabela 16), a maioria dessas amostras foram caracterizadas com maiores notas para sabor caramelo e gosto doce (Tabela 15). A amostra TSAN 792 não se diferenciou dos chocolates das variedades TSH 1188, TSH 565, VB 515, CCN 51, FM 31, LP 06 e PAIN 9316, sendo que alguns desses chocolates foram caracterizados com notas de gosto doce e sabor caramelo e outras com forte gosto amargo e ácido.

4.3.2 Avaliação conjunta das respostas do teste de aceitação com consumidores

Foi realizada a análise de variância multivariada para os atributos aroma de chocolate, sabor de chocolate, derretimento do chocolate na boca, amargor, acidez, impressão global e dureza ou força necessária para a quebra do chocolate; e análise univariada para os mesmos atributos, com a consideração das fontes de variação: variedade e provador (PROC GLM - SAS INSTITUTE, 2009), em uma estrutura de blocos incompletos, com consumidores. Também foi analisada a tendência de agrupamento dos genótipos estudados (PROC

CLUSTER - SAS INSTITUTE, 2009) utilizando-se as médias de cada variedade corrigidas para os efeitos de provadores. Os resultados da análise multivariada e agrupamento são apresentados na Tabela 17, na qual foram utilizadas cores distintas para caracterizar os grupos. As médias corrigidas das notas atribuídas pelos provadores para os diferentes atributos estão apresentadas na Tabela 18, utilizando as mesmas cores usadas na Tabela 17 para caracterizar grupos distintos.

Tabela 17. Probabilidade de erro para a rejeição da hipótese nula (de igualdade) entre os chocolates das 23 variedades nas safras I e II com relação ao conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores (Teste de Wilks - SAS INSTITUTE, 2009) e agrupamentos conforme análise de cluster (PROC CLUSTER - SAS INSTITUTE, 2009).

Grupo (cluster)	Variedade	BJ 11	CCN 51	COMUM	TSAN 792	TSH 516	CA 1.4	FA 13	PAIN 9316	PS 10.30	PS 40.7	TSH 565	VB 1128	LP 06	TSH 1188	VB 1151	CCN 10	PH 16	PS 13.19	SJ 02	FM 31	EET 397	PH 129	
1	CCN51	ns					**										**							
1	COMUM	ns	ns				**										**							
1	TSAN792	ns	ns	ns			**	**	**	**	**				ns		**	*	**	**	**	**	**	**
1	TSH516	ns	ns	ns	ns		**	**	**	**	**				**	*	*	**	**	**	**	**	**	**
1	VB515	ns	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
2	CA1.4	**																						
2	FA13	**	**	**			ns										**						ns	
2	PAIN9316	**	**	**			ns	ns							**		**					**	**	
2	PS10.30	**	**	**			**	ns	ns						**		**	**				**	**	**
2	PS40.7	**	**	**			ns	ns	ns	ns					**		**	**	**		*	**	**	**
2	TSH565	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns			**	**		**	**	**	**	**	**	**	**
2	VB1128	**	**	**	**	**	ns	*	*	**	**	ns		**	*		**	**	**	**	**	**	**	**
3	LP06	ns	**	**			**	**									**					**	**	
3	TSH1188	ns	**	**	ns		*	ns	**	**	ns			ns			**	*	**	**	*	**	**	**
3	VB1151	ns	**	*	*	ns	*	**	**	**	**	**	*	ns	ns		**	*	ns	**	**	**	**	**
4	CCN10	**					**																	
4	PH16	**	**	**			**	**	**					ns			*					**	**	**
4	PS13.19	**	**	**			**	**	**	**				**			*	*			**	*	**	**
5	SJ02	*	**	**			**	**	**	**	**			**			**	*	**		**	**	**	**
6	FM31	**	**	**			**	**									**					**		
7	EET397	**	**	**			**										**							
8	PH129	**	**	**			**	**	**					**			**					**	**	

Na Tabela 17, 'ns' indica que a diferença entre as amostras não foi significativa nos níveis avaliados; '*' e '**' indicam, respectivamente, que houve diferença entre as amostras a 5 e 1% de significância

Tabela 18 Médias corrigidas para os efeitos dos provadores dos chocolates das 23 variedades para o conjunto dos atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação com consumidores nas safras I e II (Lsmeans - SAS INSTITUTE, 2009) e agrupamentos conforme análise de cluster (PROC CLUSTER - SAS INSTITUTE, 2009).

CLUSTER	Variedade	Média corrigida por atributo sensorial						
		Aroma	Sabor	Derretimento	Dureza	Amargor	Acidez	Impressão Global
1	BJ11	6	6	6	6	6	5	6
1	CCN51	6	6	6	6	6	6	6
1	COMUM	6	6	6	6	6	6	6
1	TSAN792	6	6	6	6	6	6	6
1	TSH516	7	6	6	6	6	6	6
1	VB515	7	6	7	7	6	6	6
2	CA1.4	6	5	6	7	5	4	5
2	FA13	6	5	6	7	5	5	5
2	PAIN9316	6	5	6	7	5	5	5
2	PS10.30	6	5	7	7	5	4	5
2	PS40.7	6	5	7	7	5	5	5
2	TSH565	6	5	7	7	5	4	5
2	VB1128	7	5	6	7	5	5	5
3	LP06	7	5	6	6	5	5	5
3	TSH1188	7	6	6	6	5	5	5
3	VB1151	7	5	6	6	5	5	6
4	CCN10	6	5	6	5	6	5	5
4	PH16	6	5	6	6	5	5	5
4	PS13.19	7	5	6	6	5	5	5
5	SJ02	6	5	6	6	6	5	6
6	FM31	7	5	7	7	5	5	6
7	EET397	6	4	6	5	4	4	4
8	PH129	6	3	6	6	4	3	4

Verifica-se na Tabela 17 que os chocolates das variedades CCN 10, FM 31, PH 129 e SJ 02 se diferenciaram ao nível de significância de 1 e 5% de todos as variedades. Já o chocolate EET 397 se diferenciou de todos os demais com exceção de FA 13. O chocolate PH 16 também se diferenciou de todos os demais com exceção do LP 06. Em relação aos materiais TSH/TSAN, descendentes do grupo Trinitário, verifica-se (Tabela 17) que o chocolate da

variedade TSAN 792 não se diferenciou dos chocolates das variedades BJ 11, CCN 51, COMUM, VB 515, TSH 516, LP 06 e TSH 1188. O chocolate da variedade TSH1188 não se diferenciou dos chocolates das variedades BJ 11, TSAN 792, FA 13, PS 40.7, LP 06, VB 515 e VB 1151. Já o chocolate da variedade TSH 516 não se diferenciou apenas dos chocolates das variedades BJ 11, CCN 51, COMUM, TSAN 792, VB 515 e VB 1151. Por fim, o chocolate da variedade TSH 565 não se diferenciou apenas dos chocolates das variedades CA 1.4, FA 13, PAIN 9316, PS 10.30 e PS 40.7 e VB 1128.

De forma geral, houve ampla distinção estatística entre as variedades para o conjunto de atributos avaliados (Tabela 17), mostrando que o consumidor pode distinguir chocolates de diferentes variedades, e que a metodologia utilizada para a avaliação foi adequada.

De acordo com os resultados da análise de clusters, pode ser considerada a formação de 3, 5 ou 8 grupos. Para análise dos resultados, foram considerados 8 grupos para as distinções observadas na análise multivariada das diferenças entre as variedades.

Verifica-se a formação de um primeiro grupo composto pelos chocolates das variedades: BJ 11, CCN 51, COMUM, TSAN 792, TSH 516 e VB 515, que pouco diferiram entre si, porém diferiram da maioria das amostras conforme o valor de lambda de Wilks (Tabela 17). Na Tabela 18 este grupo é caracterizado pelas maiores notas de aceitação para o sabor de chocolate situadas na categoria “gostei ligeiramente”, bem como para acidez, exceto para amostra BJ 11. Quanto ao derretimento, dureza e aroma de chocolate, as notas também estão situadas na categoria “gostei ligeiramente” (exceto para o chocolate da variedade VB 515, cuja nota esta situada na categoria “gostei moderadamente”). Quanto ao amargor e impressão global, as notas situaram-se na categoria “gostei ligeiramente”. Sendo assim este grupo de amostras (BJ 11, CCN 51, COMUM, TSAN 792, TSH 516 e VB 515) pode ser considerado como o mais apreciado pelos consumidores, visto que as notas para o sabor de chocolate foram maiores, indicando maior aceitação

para esse atributo associada a maior aceitação também para os atributos gostos amargo e ácido.

O grupo 2, formado pelos chocolates das variedades CA 1.4, FA 13, PAIN 9316, PS 10.30, PS 40.7, TSH 565 e VB 1128, indica que os mesmos também pouco diferem entre si, mas diferem da maioria das amostras (Tabela 17). Os chocolates dessas variedades (Tabela 18) foram pouco aceitos quanto ao sabor de chocolate e amargor, com notas situadas na categoria “nem gostei nem desgostei”. O atributo aroma foi avaliado com notas correspondentes a categoria “gostei ligeiramente” (exceto para a amostra VB 1128); a acidez foi avaliada com notas entre duas categorias “nem gostei nem desgostei” e “desgostei ligeiramente”. Por fim, o atributo impressão global recebeu notas equivalentes a “nem gostei nem desgostei”. Desta maneira o grupo 2 foi menos apreciado ou aceito que o primeiro.

O terceiro grupo (Tabela 18) formado pelos chocolates das variedades LP 06, TSH 1188 e VB 1151, caracterizou-se por apresentar notas médias para os gostos amargor e ácido equivalentes à “nem gostei nem desgostei”; para o sabor de chocolate equivalentes à “gostei ligeiramente” e “nem gostei nem desgostei”; quanto ao aroma, equivalentes à “gostei moderadamente” e quanto à impressão global equivalentes a “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”.

O quarto grupo (Tabela 18) composto pelas amostras PH 16, CCN 10 e PS 13.19, caracterizou-se por apresentar notas para os atributos sabor, acidez e impressão global situado na categoria “nem gostei nem desgostei”; quanto ao aroma equivalente a “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”; quanto ao amargor e derretimento na categoria “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”; quanto à dureza equivalentes a “gostei ligeiramente”.

O chocolate da variedade SJ 02 (grupo 5) recebeu notas situadas na categoria “gostei ligeiramente” para o aroma, impressão global, derretimento, dureza e amargor; notas situadas em “nem gostei nem desgostei” quanto ao sabor e acidez.

A amostra FM 31 (grupo 6) obteve maior aceitação para aroma, derretimento, dureza com notas equivalentes à categoria “gostei moderadamente”, sendo que para impressão global a nota situou-se na categoria “gostei ligeiramente” e para sabor, amargor e acidez recebeu notas em “nem gostei nem desgostei”.

Os chocolates das variedades EET 397 e PH 129 apresentaram valores ainda mais baixos para os atributos sabor, amargor e acidez. A amostra EET 397 (grupo 7) recebeu nota equivalente à “desgostei ligeiramente” para os atributos sabor, amargor, acidez e impressão global, sendo que para o aroma e derretimento recebeu nota equivalente à “gostei ligeiramente” e para dureza “nem gostei nem desgostei”.

A amostra PH 129 (grupo 8) foi a que mais se distinguiu das demais, a qual foi caracterizada por notas equivalentes a “desgostei moderadamente” para sabor e acidez; “gostei ligeiramente” para o aroma, derretimento e dureza e “desgostei ligeiramente” para amargor e impressão global .

Verifica-se que os gostos amargo e ácido e o sabor de chocolate foram os principais atributos responsáveis pela maior ou menor aceitação das amostras avaliadas e também pela separação dos chocolates das variedades em determinado grupo. Desta maneira é evidente que o sabor do chocolate é um dos principais fatores da qualidade do cacau, sendo que aqueles chocolates que apresentam gosto mais ácido, amargo e maior sensação adstringente são pouco apreciados pelo consumidor. Por outro lado, aqueles chocolates que apresentam sabores mais suaves, como caramelo, são mais apreciados.

5 CONCLUSÕES

Na avaliação sensorial dos chocolates das variedades na safra I os materiais CA 1.4, PH 129 e PS 40.7 se destacaram como as amostras mais ácidas, amargas e de maior adstringência. O chocolate da variedade EET 397 se destacou pela maior nota de sabor floral. Os chocolates das variedades FM 31, FA 13, TSAN 792, TSH 516, TSH 565 e VB 1151 se destacaram quanto ao gosto doce e sabor de caramelo. As amostras caracterizadas como as mais doces e com sabor de caramelo obtiveram maior aceitação no teste sensorial com consumidores e aquelas caracterizadas como mais amargas, ácidas e adstringentes obtiveram menor aceitação. O chocolate da variedade FM 31 obteve maior nota pelos consumidores na safra I quanto à intenção de compra, fato que pode estar ligado à maior nota média atribuída para o sabor de caramelo.

Quanto à caracterização físico-química, as amostras PH 129 e CA 1.4 apresentaram alto teor de amêndoas mal compartimentadas e as amostras LP 06 e VB 1128 apresentaram alto teor de amêndoas parcialmente compartimentadas. Todas as variedades avaliadas apresentaram teor de umidade dentro do recomendado pela legislação brasileira. De maneira geral todas as variedades apresentaram altos valores de acidez total titulável e baixo a médio pH, sendo que os materiais EET 397, TSH 565, LP 06, FM 31 e TSH 1188 apresentaram maior acidez total em relação às demais variedades avaliadas.

Quanto à determinação de metilxantinas, as variedades CA 1.4, COMUM, FA 13, PAIN 9316, PS 40.7, PS 10.30, VB 1128 e VB 515 se destacaram quanto aos maiores teores de teobromina, e as variedades PH 129, FA 13, SJ 02, e TSH 1188 de cafeína. Os cultivares VB 1151 e VB 1128 apresentaram as maiores médias na relação teobromina/cafeína. As variedades CA 1.4, EET 397, PAIN 9316, PH 129, PS 10.30, PS 40.7 e VB 1128 apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos totais no *liquor*, sugerindo que esse composto possa ter relações com as maiores notas atribuídas na avaliação sensorial para o gosto amargo e sensação adstringente na safra I.

Em relação à safra II alguns chocolates das variedades foram caracterizadas com perfil de sabor distinto da safra I, como as amostras FM 31, FA 13, EET 397, LP 06, que foram caracterizadas com algumas das maiores notas para o gosto ácido, amargo e sensação adstringente na safra II em relação a safra I, e as amostras CA 1.4 e PAIN 9316 apresentaram sabor de caramelo na safra II em relação a safra I. Entretanto, os chocolates das variedades como PH 129, PS 10.30, BJ 11, COMUM e VB 1151 apresentaram perfil sensorial similar em ambas às safras, assim como as amostras TSAN 792, TSH 1188, TSH 516, VB 515, VB 1151.

Na análise de variância multivariada dos resultados obtidos conjuntamente para os atributos avaliados pelo teste de aceitação em ambas as safras e análise de cluster verificou-se que houve ampla distinção estatística entre os chocolates das variedades para o conjunto de atributos avaliados, mostrando que o consumidor pode distinguir chocolates de diferentes variedades e que a metodologia utilizada para a avaliação foi adequada.

O método de análise descritiva quantitativa permitiu caracterizar amostras de chocolate quanto ao sabor com confirmação dos resultados obtidos por meio de teste de aceitação com consumidores. Desta forma, a análise sensorial poderia ser aplicada como protocolo de avaliação para contribuir na determinação da qualidade e contribuir para a inclusão de materiais de potencial qualidade nos programas de melhoramento genético e pelos produtores em campo, auxiliando-os na escolha das variedades para serem cultivadas e auxiliando as indústrias na compra de cacau de qualidade para processamento.

Os resultados também sugerem que o período de cultivo e as condições de pré-processamento como a condução da fermentação, as condições de tempo e temperatura durante a secagem podem ter influenciado na formação dos compostos do sabor do chocolate e que a análise sensorial, seja pelo método descritivo ou afetivo, pode indicar alterações no sabor do chocolate.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICAB - **Associação Brasileira da indústria de chocolate, cacau, amendoim, balas e derivados**. Disponível em: <www.abicab.org.br>. Acesso em: 13 maio 2010.

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. United Kingdom. v. 48, n. 9, p. 840 – 857, set. 2008.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of Sensory Evaluation of Food**. New York: Academic Press, 1965.

AMORES, F.; SUKHA, D.; RAMOS G.; BUTLER, D.; HOLLYWOOD, N. and VAN LOO, R. **Difrentiation of Cocoa Origins: Some Results and Perspectives**. In: Scientific Cocoa Meeting. Paris, France, 2006.

BAREL, M. **La Fermentation du cacao: Le moyen de l'apprecier et de la maitriser**. Industrie Alimentari Agricultural Avril. France. v.114 , nº 4 p. 211–214, abr. 1997.

BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1994. p. 408.

BECKETT, S. T. **The science of chocolate**. 2 nd ed. London: Royal Society of Chemistry Paperbaks, 2008. 234p.

BIEHL, B; VOIGT, J. **Biochemistry of Chocolate Flavors precursors**. In: 12 th International Cocoa Research Conference, Botanisches Institut und Botanischer

Garten. Technische Universität Braunschweig, Deutschland. Salvador, Bahia, nov. 1996.

BRASIL. Instrução Normativa nº 57, de 12 de novembro de 2008. **Regulamento Técnico de Amêndoa de Cacau**. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 2, 13 set. 2008.

BRASIL. Decreto nº 5.302, de 10 de dezembro de 2004. **Acordo Internacional do Cacau (AICACAU/2001)**. Diário Oficial da União, Brasília, dez. 2004.

BRAUDEAU, J. **El cacao: Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales**. Barcelona. Ed. Blume, 1970. p. 297

BUCHELI, P.; RIGOREAU, M.; BOULLANGER, L.; ALVAREZ, M.; SANCHEZ, J.; CIROU, L.; PÉTIARD, V.; CROUZILLAT, D. **Strategy for assessing cocoa flavour of a large number of samples for selection and breeding**. In: Proceedings of 13 th International Cocoa research, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, p. 865 – 870, 2000.

CAMPOS, J. R.; BUENDÍA, H.B. E.; RAMOS, S.M. C.; AVILA I. O.; FLORES, E. J.; CERVANTES, E. L. **Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa**. Food Chemistry. Netherlands. v. 132, n. 1, p. 277-288, out. 2012.

CAMU, N.; WINTER, T.; ADDO, S. K.; TAKRAMA, J. S.; BERNAERT, H. VUYST, L. **Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate**. Journal of the Science of Food and Agriculture. United States. v. 88, n. 13, p. 2288 – 2297, oct. 2008.

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

CLAPPERTON, J. F.; KEUNG, S.T.Y.; CHAN, J.; LIM, D.H.K.; LOCCKWOOD, G.; ROMANCZYK, L.J. AND HAMMERSTONE, J.F. **The contribution of genotype to cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour.** Tropical Agriculture (Trinidad), v. 71, p. 303-308, 1994.

CLAPPERTON, J. F.; KEUNG, S.T.Y.; KEE, D.I.H.; LOCCKWOOD, R. **Genetic Variation of Cocoa Flavour.** In: Proceedings of 11th International Cocoa Research Conference, Yamoussoukro, Côte D' Ivoire, p. 749-754, 1993.

CLEPLAC. **Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira.** Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/paginas/ceplac/ceplac.asp>> Acesso em: 10 de maio 2012.

COPETTI, Marina Venturini. **Microbiota do cacau: fungos e micotoxinas do cacau ao chocolate.** 2009. 155 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2009.

CROS, E. **Cocoa flavor development and effects of post-harvest processing.** The Manufacturing Confectioner, Chicago p. 70 - 77. fev. 1999.

CRUZ, Carla Léa de Camargo Viana. **Melhoramento do Sabor de Amêndoa de Cacau Através de Tratamento Térmico em Forno Convencional e de Microondas.** 2002. 87 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2002.

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

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. **Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores.** Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, v.31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DIMICK, P. S. and HOSKIN, J.C. **Chemistry of flavor development in chocolate.** In: BECKETT, S.T. Industrial chocolate manufacture and use. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1994. Cap. 8, p. 102 – 115.

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

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

EFRAIM, Priscilla. **Estudo para minimizar as perdas de flavonoides durante a fermentação de sementes de cacau para produção de chocolate.** 2004. 114p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

EFRAIM, P.; TUCCI, M.L.; GARCÍA, N.H.P.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. **Teores de compostos fenólicos de sementes de cacauzeiros de diferentes genótipos.** Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v.9, n.4, p.229-236, 2006.

FAO - **Food And Agriculture Organization Of The United Nations.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 15 set. 2012.

FERRÃO, J.E.M. 2002. **Cacau: Tecnologia pós-colheita.** Lisboa: Ligalu edições p. 303.

FIGUEIRA, A.; LAMBERT, S.V.; CARPENTER, D.; PIRES, JL.; CASCARDO, J.C. M.; ROMANCZYK,. **The Similarity of Cocoa Flavor of Fermented Seeds from Fingerprinted Genotypes of Theobroma Cocoa L. from Brazil and Malaysia develop equivalent cocoa flavor.** Tropical Agriculture, v. 74; n.2, p. 132-139, 1997.

FOWLER, M. S.; **Cocoa Beans: From Tree to Factory.** In: BECKETT, S. T. Industrial chocolate manufacture and use. 4 th ed. York, UK, 2009. Cap. 2, p. 10 – 47.

HOLM, C.S.; ASTON, J.W.; DOUGLAS, K. **The Effects of the Organic Acids in Cocoa on the Flavour of Chocolate.** Journal of the Science of Food and Agriculture. p. 65-71. 1992.

HORWITZ, W. ed. AOAC **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 18^a ed., 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2011.

JINAP, S.; DIMICK, P.S.; HOLLENDER, R. **Flavour evaluation of chocolate formulated from cocoa beans from different countries.** Food Control. v.74, n.6, p. 105-110. 1995.

LAJUS, B. **Estudo de alguns aspectos da tecnologia do cacau.** São Paulo, 1982. 82 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

LOCKWOOD. G.; ESKES A. **Relationship between cocoa variety and quality.** In: Seminar proceedings: cocoa meetings. The various aspects of quality. CIRAD, Montpellier, 159–167 p. 1996.

LUCAS, 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.

LUNA, F.; CROUZILLAT, D.; CIROU, L.; BUCHELI, P. **Chemical composition and flavour of Ecuadorian cocoa liquor.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, n. 12 p. 3527 – 3532, 2002.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. **Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests.** Journal of Sensory Studies, Westport, v.4, n.2, p.129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques.** 3° ed. Boca Raton: CRC Press, 1999.

MISNAWI, J. S.; JAMILAH, B.; NAZAMID, S. **Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting.** Food Quality and Preference, v. 15, p. 403-409. 2004.

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

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods.** Westport: Food & Nutrition Press, 605 p. 1983.

MOTAMAYOR J. C.; RISTERUCCI, A.; LOPEZ, P.; ORTIZA, C.; MORENO, A.; LANAUDET, A. **Cacao Domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas.** Heredity, London, v. 89, p. 380 - 386, 2002.

MOTAMAYOR J. C.; MOTA, J. W. S.; LOOR, R.; KUHN, D. N.; BROWN, J. S. and SCHNELL, R. J. **Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma Cacao L.*)**. PloS ONE, Chicago, v. 3, n. 10, p. 1 - 8, 2008.

NATSUME, M.; OSAKABE, N.; YAMAGISHI, M. TAKIZAWA, T.; NAKAMURA, T.; MIYATAKE, H.; HATANO, T.; YOSHIDA, T. **Analyses of polyphenols in cacao liquor, cocoa, and chocolate by normal-phase and reversed-phase HPLC.** Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, v. 64, n. 12, p. 2581 – 2587, 2000.

OSAKABE, N.; YAMAGISHI, M.; SANBONGI, C.; NATSUME, M.; TAKIZAWA, T.; OSAWA, T.; **Antioxidante substances in cacao liquor.** Journal of Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo). V. 44, n. 2, p. 313 – 21, 1998.

OWUSU, M.; PETERSE, M. A.; HANNE, H.; **Effect of Fermentation Method, Roasting and Conching Conditions on the Aroma Volatiles of Dark Chocolate.** Journal of Food Processing and Preservation. United States. v. 36, n. 5, p. 446 – 456, oct. 2012.

PEREIRA P. R. G. **Relação da Qualidade do Cacau no Mercado Atual e no Mundo.** Associação dos cacauicultores de Linhares. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/mercadoatual.htm>> Acessado em 12 de maio, 2011.

RAMLI, N.; HASSAN, O.; SAID, M.; SAMSUDIN, W.; IDRIS, N. A.; **Influence of Roasting Conditions on Volatile Flavor of Roasted Malaysian Cocoa Beans.** Journal of Food Processing and Preservation. United States. v. 30, n. 3, p. 280 – 298, jun. 2006.

RANGEL, J.F. **CEPLAC/Cacau**, Ano 25, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Brasília-DF, 1982, 142p.

RISNER, C.H.; **“Simultaneous Determination of Theobromine, (+)-Catechin, Caffeine, and (-)-Epicatechin in Standard Reference Material Baking Chocolate 2384, Cocoa, Cocoa Beans, and Cocoa Butter”**, Journal of Chromatographic Science, Vol. 46, Nov/Dec 2008

SANTOS, A. M. **Cacau Fino: oportunidade para a cacauicultura brasileira.** Jornal do Cacau, Informativo do MAPA/Ceplac para as regiões produtoras de cacau da Bahia. Bahia, nº 2, p. 3, col. 6-7-8, nov/dez. 2010.

SAS - Statistical Analysis System. Sytem for Windows, versão 9.2 SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA, 2009.

SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H.; **Apostila de Aulas Teóricas. Análise Sensorial dos Alimentos.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP, 2007.

STONE, H. & SIDEL, J. L. **Sensorial Evaluation Practices.** 3. ed. San Diego: Elsevier Academic Press. 337p. 2004.

SUKHA D. A.; BUTLER, D.R.; UMAHARAN, P. E.; BOULT, E. **The use of an optimised organoleptic assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans.** European Journal of Food Technology. v. 226, n. 3, p. 405-413, jan. 2008.

ZAMALOA, W. A. C. **Caracterização físico-química e avaliação de metilpirazinas no desenvolvimento do sabor, em dez cultivares de cacau (Theobroma cacao L.) produzidos no Estado de São Paulo.** 1994.111 p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. SP.

ZIEGLEDER, G. Flavour Development in Cocoa and Chocolate. In: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use.** 4th ed. York, UK, 2009. Cap. 8, p. 169 - 191.

APÊNDICE A – Aprovação do protocolo de pesquisa e termo de consentimento livre e esclarecimento.



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

CEP, 26/07/11
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 705/2011 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).
CAAE: 0631.0.146.000-11

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE CACAU APLICADOS À IDENTIFICAÇÃO DE VARIEDADES PROMISSORAS QUANTO À QUALIDADE”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Adriana Reis de Andrade Silva

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 11/07/2011

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 26/07/12 (O formulário encontra-se no *site* acima).

II – OBJETIVOS.

Análise sensorial de 23 variedades de amêndoas de cacau.

III – SUMÁRIO.

Projeto destinado para dissertação de mestrado. Serão avaliados 100 sujeitos exclusivamente neste centro. Os métodos incluem a aplicação de teste sensorial de chocolates feitos a partir do processamento de amêndoas fermentadas e secas de diferentes variedades de cacau. Os sujeitos de pesquisa serão voluntários recrutados nas proximidades da FEA/Unicamp através de cartazes.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES.

Protocolo adequado e acompanhado da documentação necessária, incluindo a folha de rosto da CONEP devidamente preenchida e da folha de orçamento no modelo do CEP. O texto para recrutamento dos sujeitos de pesquisa está adequado. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é bastante simples, porém adequado aos objetivos da pesquisa. Os sujeitos são informados a não participar em caso de alergia aos componentes do alimento sob teste.

V - PARECER DO CEP.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, bem como todos os anexos incluídos na pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

APÊNDICE A: continuação;



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES.

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e).

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII – DATA DA REUNIÃO.

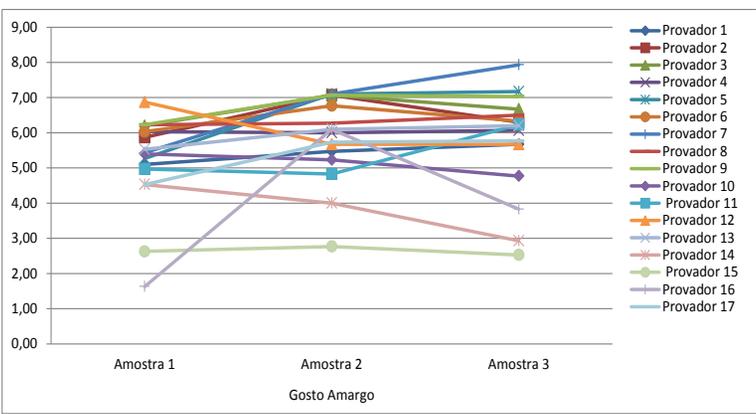
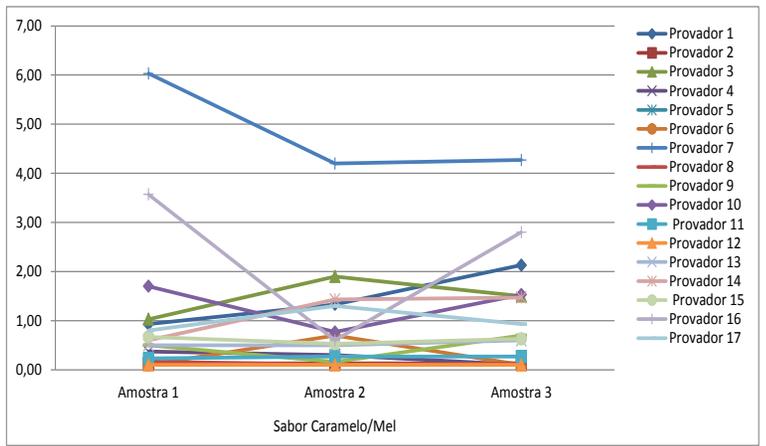
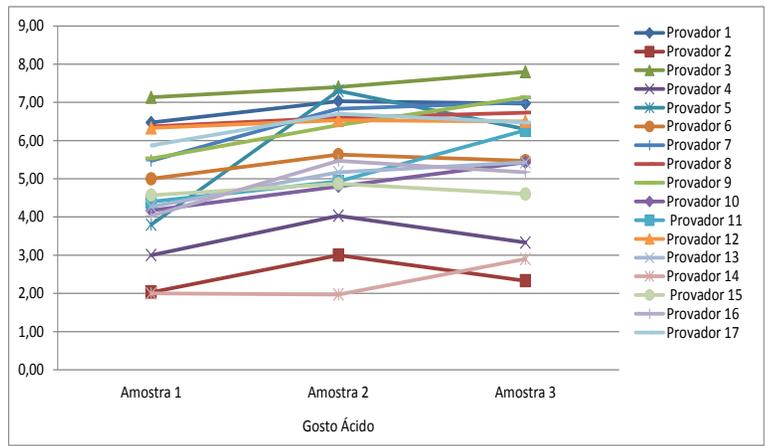
Homologado na VII Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 26 de julho de 2011.


Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

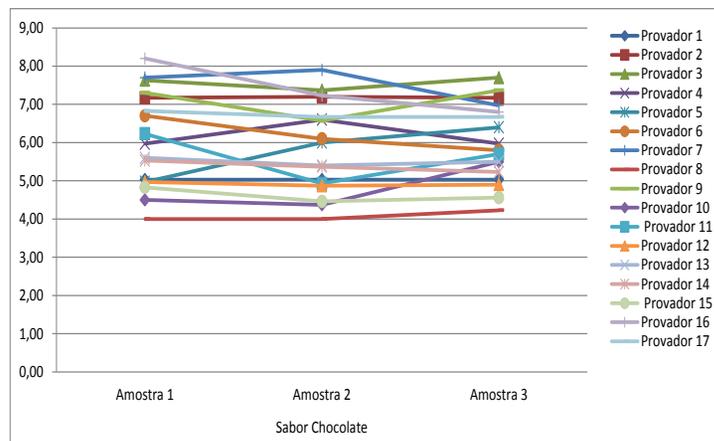
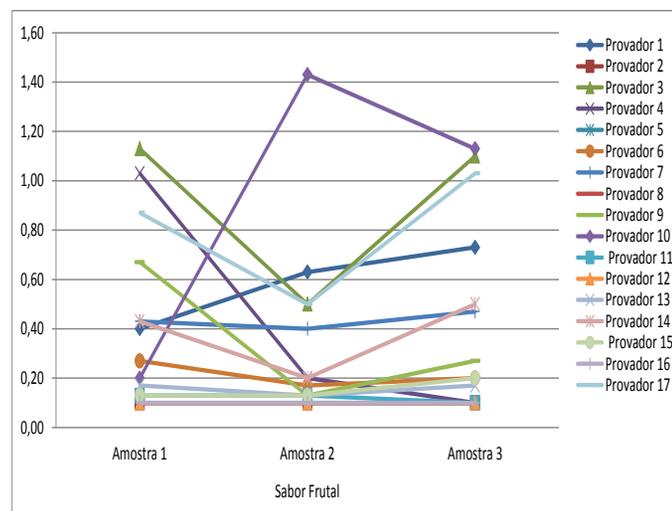
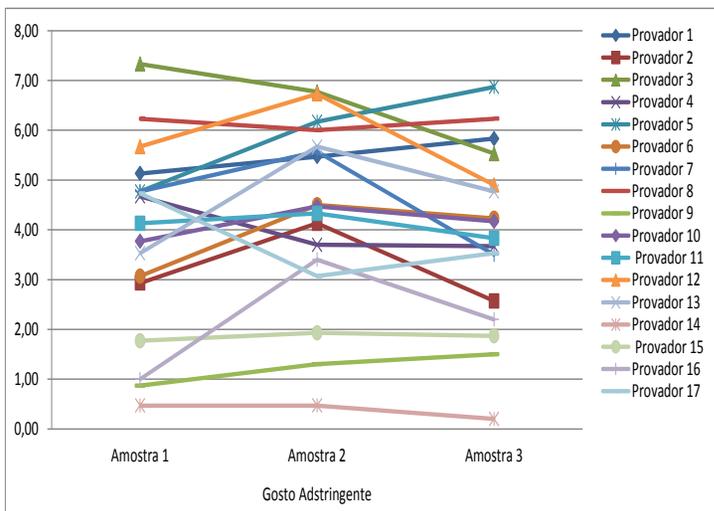
Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

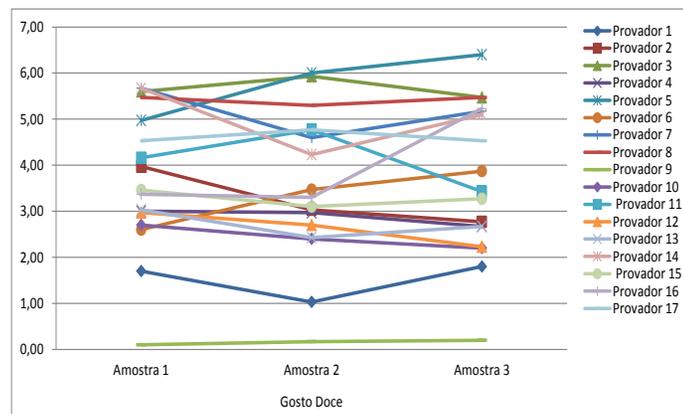
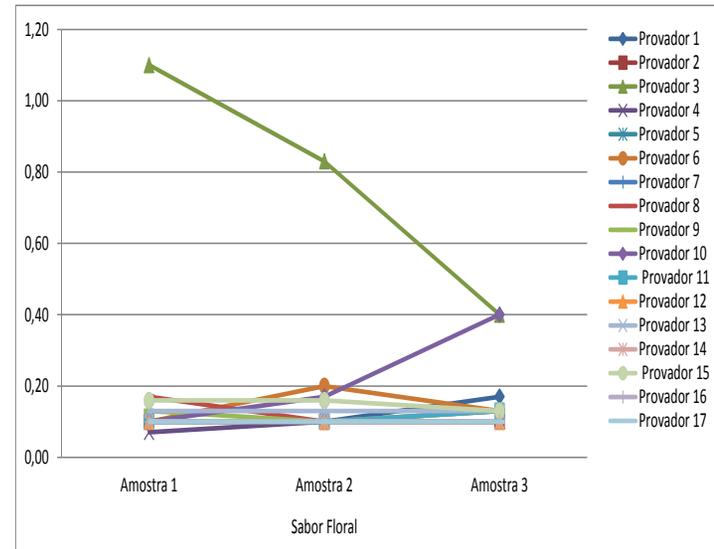
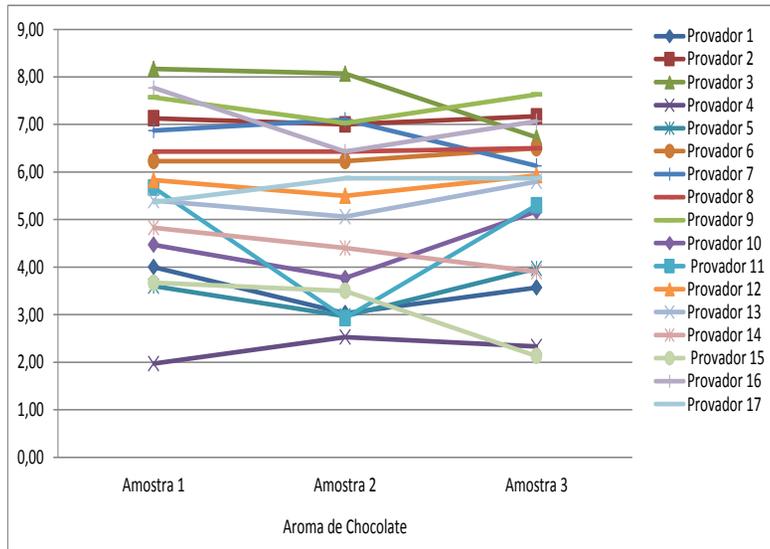
APÊNDICE B – Gráficos de consenso da equipe sensorial para os 9 atributos da Ficha de Avaliação dos Termos Descritores safra I.



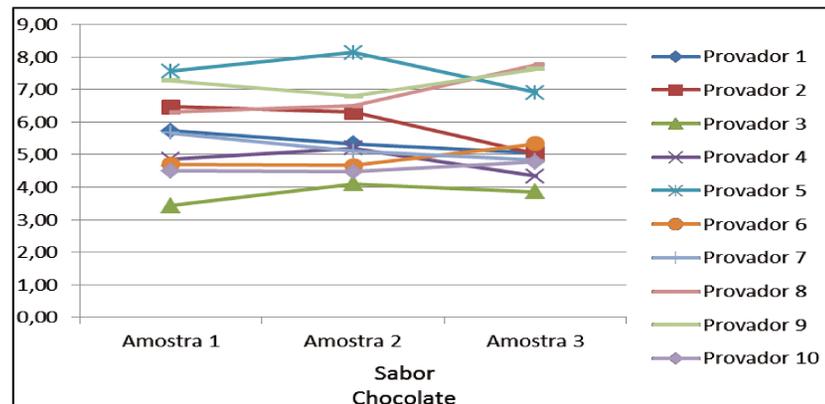
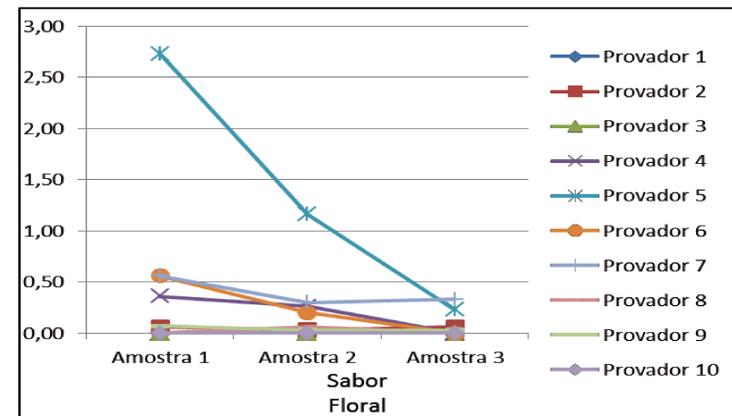
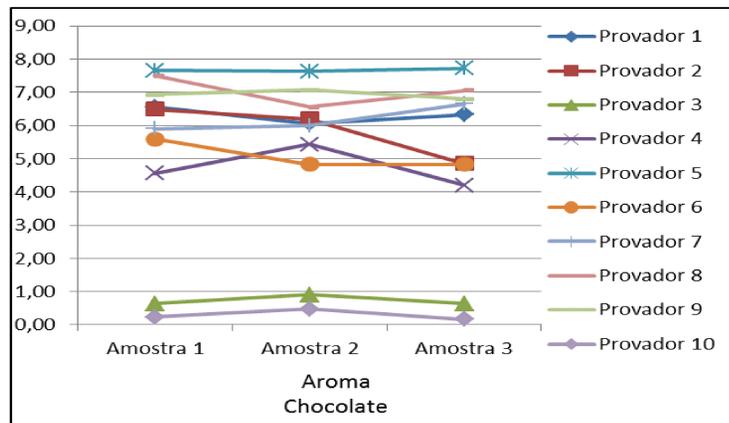
APÊNDICE B: continuação;



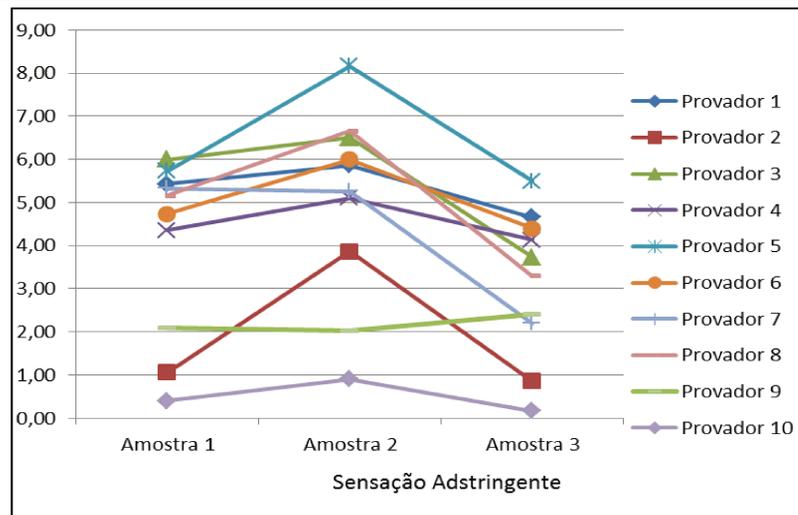
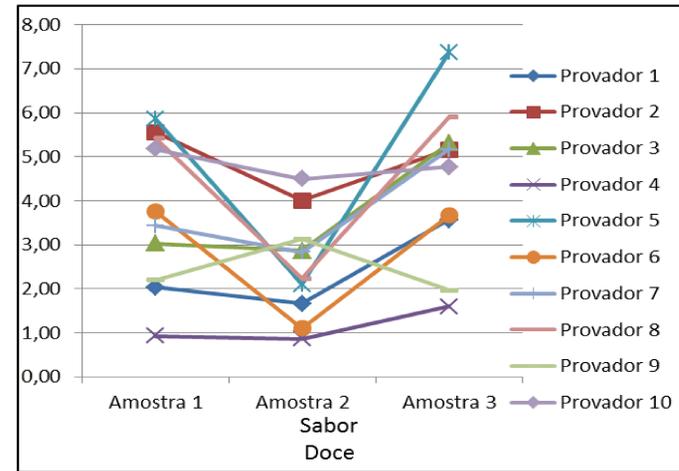
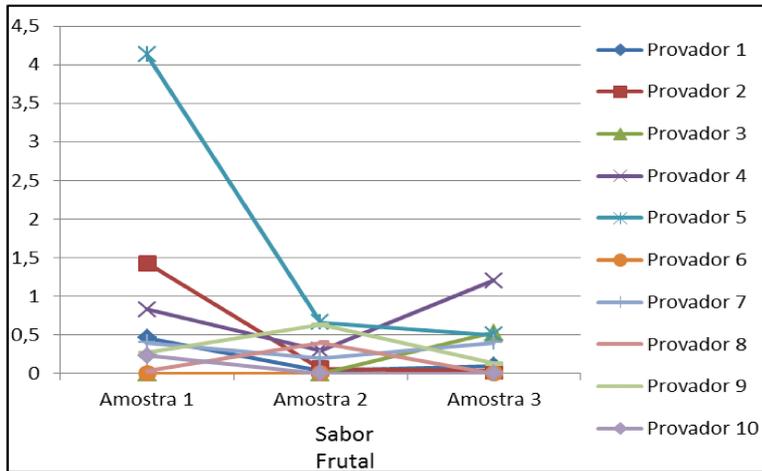
APÊNDICE B: continuação;



APÊNDICE C – Gráficos de consenso da equipe sensorial para os 9 atributos da Ficha de Avaliação dos Termos Descritores safra II.



APÊNDICE C: continuação;



APÊNDICE C: continuação;

