



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ANA CAROLINE PINHEIRO XEREZ

DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE BEBIDA DE
CAFÉ COM EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DE CASTANHA
DE CAJU

FORTALEZA

2012

ANA CAROLINE PINHEIRO XEREZ

**DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE BEBIDA DE
CAFÉ COM EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DE CASTANHA
DE CAJU**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora:
Prof^ª. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

X28 Xerez, Ana Caroline Pinheiro.
Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de bebida de café com extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju / Ana Caroline Pinheiro Xerez. – 2012.
86 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Orientação: Profª. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues.

1. Extrato hidrossolúvel. 2. Planejamento experimental - Alimentos. 2. Café – Aceitação. I. Título.

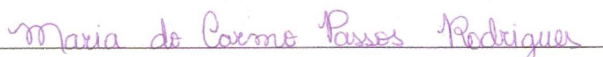
ANA CAROLINE PINHEIRO XEREZ

**DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE BEBIDA DE
CAFÉ COM EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DE CASTANHA
DE CAJU**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

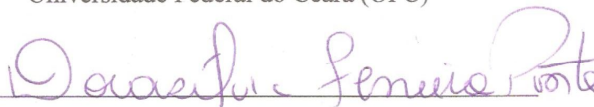
Aprovada em: 23/08/2012

BANCA EXAMINADORA



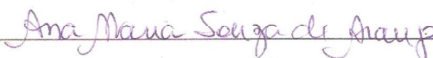
Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Passos Rodrigues (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof^ª. Dr^ª. Dorasilvia Ferreira Pontes

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria Souza de Araújo

À Deus, que é a razão do meu viver e por
fazer-me sentir Seu amor, Sua presença e
providência em cada momento desta minha
caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado esta oportunidade que me trouxe grande crescimento profissional e pessoal.

À minha família, pelo apoio, força e incentivo.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Passos Rodrigues pela paciência, dedicação e pelo grande exemplo de educadora.

Ao Bruno Burnier Arcanjo Ferreira e Carolina Lima Ferreira Gomes, alunos de graduação do Curso de Engenharia de Alimentos da UFC, pela colaboração na realização das pesquisas.

À técnica de laboratório Vandira Alves Justa e todos os estudantes do Laboratório de Análise Sensorial que me ajudaram e apoiaram o meu trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Ana Maria Souza de Araújo e a todos os colaboradores do Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará, pela dedicação nas análises estatísticas.

À indústria Três Corações Alimentos S/A, pelo apoio, por ter doado a matéria prima e disponibilizado o Laboratório de Análise Físico-Química para análises.

À indústria Usina Brasileira de Óleos e Castanha Ltda. (USIBRAS), pela doação das amêndoas de castanha de caju.

À Associação dos Produtores Ecológicos do Maciço de Baturité (APEMB), por ter concedido as amostras de café.

Ao Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC) pela realização das análises físico-químicas.

A todos os alunos, funcionários e professores da Universidade Federal do Ceará (UFC) que contribuíram para o meu trabalho.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa concedida.

Ao Prof. Dr. José Maria Correia da Costa por ter disponibilizado o Laboratório de Controle de Qualidade para análises de viscosidade.

“Ninguém é tão grande que não possa aprender,
nem tão pequeno que não possa ensinar.”
(Esopo)

RESUMO

O café é uma bebida bastante apreciada e consumida em todo o mundo, destacando-se também por sua relevância econômica que gera renda e empregabilidade. No Brasil, o cultivo e o processamento de café são realizados predominantemente na região Sudeste. Existem muitas áreas produtivas no estado do Ceará que estão ociosas devido à falta de estímulo dos produtores e incentivo do governo. Apesar disso, ainda há alguns produtores no Maciço de Baturité, Ceará, Brasil, que mantêm sua produção em cooperativismo. Diante disso, esta pesquisa objetivou elaborar e otimizar uma bebida de café utilizando grãos de café 100% arábica, produzidos no Maciço de Baturité, adicionada de um extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju (EHACC), de forma a diversificar o mercado de bebidas e agregar valor às matérias-primas produzidas no Ceará. Inicialmente, realizaram-se análise de perfil do consumidor e os testes sensoriais com a bebida de café elaborada com grãos produzidos no Ceará, a fim de selecionar a matéria-prima deste estudo. A partir de um planejamento experimental, desenvolveram-se 12 formulações de bebida de café adicionada de EHACC. No estudo de otimização da bebida considerou-se os fatores quantidade de açúcar (g) e proporção de café (%) através do desenvolvimento de um delineamento experimental composto central que proporcionou a aplicação da metodologia de superfície de resposta (MSR). Esta metodologia foi aplicada às variáveis físico-químicas cor, pH, °Brix e viscosidade e às variáveis sensoriais impressão global, aroma, cor, sabor, amargor e corpo. Para todas as variáveis foi realizada análise descritiva por meio de tabela de frequência e análise gráfica. De acordo com os dados do perfil do consumidor, o café coado e adicionado de leite foi preferido em relação às outras bebidas de café e mais de 50% dos consumidores responderam que comprariam uma bebida de café pronta para o consumo. A bebida produzida com grãos de café do Maciço de Baturité foi classificada como dura através da “prova de xícara”. Os limites de restrição de café e açúcar estabelecidos no planejamento definiram os níveis que levaram aos pontos ótimos das variáveis físico-químicas cor (coordenadas L^* e b^*) e pH e das variáveis sensoriais impressão global, aroma e cor da bebida de café adicionada de EHACC. Todas as variáveis sensoriais avaliadas apresentaram boa aceitação nas 12 formulações testadas.

Palavras-chave: Extrato hidrossolúvel. Planejamento experimental. Aceitação.

ABSTRACT

Coffee is a drink very much appreciated and consumed worldwide, especially also for its economic relevance that generates income and employability. In Brazil, the cultivation and processing of coffee are made predominantly in the Southeast. There are many productive areas in the state of Ceará who are idle due to lack of stimulation of producers and government incentive. Nevertheless, there are still some producers in the Massif Baturité, Ceará, Brazil to maintain its production cooperatives. Thus, this study aimed to develop and optimize a coffee beverage using coffee beans 100% Arabica, produced in Baturité Massif, added a water soluble extract of almond cashew (EHACC), in order to diversify the beverage market and add value to raw materials produced in Ceará. Initially, there were consumer profile analysis and sensory tests with a coffee drink made with grain produced in Ceará, in order to select the raw material of this study. From an experimental design, developed 12 formulations coffee drink with added EHACC. In the optimization study the beverage was considered factors quantity of sugar (g), and proportion of coffee (%) by developing an experimental compound central provided the application of Response Surface Methodology (RSM). This methodology was applied to the physico-chemical color, pH, °Brix and viscosity and sensory variables overall impression, aroma, color, flavor, bitterness and body. For all variables were analyzed descriptively by frequency table and graphical analysis. According to the data of the consumer profile, the brewed coffee and milk added was preferred over other coffee beverages and more than 50% of consumers who responded buy a coffee beverage ready for consumption. A drink made with coffee beans of the Massif Baturité was classified as hard through the "cup test". The constraint limits established coffee and sugar defined in planning levels that led to the optimal points of the physico-chemical color (L^* , b^*) variables, pH and sensory overall impression, color and aroma of the coffee beverage of added EHACC. All variables evaluated showed good sensory acceptance in the 12 formulations tested.

Keywords: Water soluble extract. Experimental design. Acceptance

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Classificação para bebidas de café arábica.....	24
Tabela 2	– Delineamento composto central.....	34
Tabela 3	– Médias e resultados da ANOVA ($p \leq 0,05$) das três amostras de bebida de café.....	46
Tabela 4	– Diferença crítica dos totais ordenados de preferência dos julgadores em relação às três amostras de café.....	48
Tabela 5	– Análise de variância para a variável cor, coordenada L^*	57
Tabela 6	– Análise de variância para a variável cor, coordenada a^*	59
Tabela 7	– Análise de variância para a variável cor, coordenada b^*	61
Tabela 8	– Pontos de caminho de maior subida e estimativa para a variável cor b^*	62
Tabela 9	– Análise de variância para a variável pH	64
Tabela 10	– Análise de variância para a variável $^{\circ}$ Brix	66
Tabela 11	– Pontos de caminho de maior subida e estimativa para a variável $^{\circ}$ Brix.....	67
Tabela 12	– Análise de variância para a variável viscosidade.....	68
Tabela 13	– Análise de variância para a variável impressão global.....	70
Tabela 14	– Análise de variância para a variável aroma	72
Tabela 15	– Análise de variância para a variável cor.....	74
Tabela 16	– Análise de variância para a variável sabor.....	76
Tabela 17	– Análise de variância para a variável amargor.....	78
Tabela 18	– Análise de variância para a variável.....	80

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A história do café.....	13
2.2 O cafeeiro	16
2.3 O fruto do café.....	17
2.4 Composição química do café.....	20
2.5 Qualidade do café.....	20
2.6 Tipos de processamentos.....	21
2.7 Processo de torrefação.....	22
2.8 Classificação da bebida de café	22
2.9 Análise sensorial	24
2.10 A amêndoa de castanha de caju.....	25
2.11 Extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Material	28
3.2 Metodologia	28
3.2.1 Classificação dos grãos	28
3.2.2 Perfil de consumidores de café	28
3.2.3 Análise sensorial da bebida de café puro, não adicionado de extrato.....	29
3.2.4 Avaliação sensorial da bebida de café.....	30
3.2.5 Obtenção do extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (EHACC).....	32
3.2.6 Planejamento Experimental.....	33
3.2.7 Análise estatística.....	34
4 RESULTADOS	35
4.1 Perfil dos consumidores	35
4.1.1 Sexo.....	35
4.1.2 Escolaridade.....	35
4.1.3 Faixa etária.....	36
4.1.4 Grau de gostar da bebida	37

4.1.5 Tipo de café	38
4.1.6 Adição de leite	38
4.1.7 Café adoçado.....	38
4.1.8 Níveis de intensidade do café	40
4.1.9 Intenção de compra de bebida de café pronta para o consumo armazenada sob refrigeração	41
4.2 Classificação dos grãos.....	42
4.3 Avaliação sensorial da bebida do grão de café.....	42
4.4 Análise sensorial para otimização da bebida de café com extrato hidrossolúvel de amêndoa da castanha de caju	50
4.5 Análise dos modelos de superfícies de resposta.....	57
4.5.1 Análise das variáveis físico químicas.....	57
4.5.1.1 Análise da variável resposta cor, coordenada L*.....	57
4.5.1.2 Análise da variável resposta cor, coordenadas a* e b*	59
4.5.1.3 Análise da variável resposta pH.....	63
4.5.1.4 Análise da variável resposta °Brix.....	65
4.5.1.5 Análise da variável resposta viscosidade.....	68
4.5.2 Análise dos atributos sensoriais	70
4.5.2.1 Análise da variável resposta impressão global	70
4.5.2.2 Análise da variável resposta aroma.....	72
4.5.2.3 Análise da variável resposta cor.....	74
4.5.2.4 Análise da variável resposta sabor	76
4.5.2.5 Análise da variável resposta amargor.....	78
4.5.2.6 Análise da variável resposta corpo.....	80
5 CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida bastante apreciada e uma das mais consumidas em todo o mundo, destacando-se também por sua relevância econômica que gera renda e empregabilidade. É um produto que faz parte da história e da cultura do Brasil (ABIC, 2012).

Dentre as bebidas mais utilizadas pelos brasileiros, como água, leite, suco natural e refrigerante, o café destaca-se. Pesquisas realizadas com consumidores pela Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC) revelaram que 97% da população brasileira bebe café regularmente, o que o torna uma das bebidas mais populares do Brasil (ABIC, 2012).

Em pesquisa da ABIC, no ano de 2009, verificou-se que cresce em 6,6% a penetração de consumo de café nos lares, 18% dos entrevistados declararam ter aumentado o consumo de café e 5% responderam pretender iniciar ou aumentar o consumo, principalmente fora de casa. O café moído coado filtrado ainda é o mais consumido, correspondendo a 93% do consumo total (ABIC, 2012).

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo responsável por 30% do mercado internacional. É também o segundo mercado consumidor, atrás somente dos Estados Unidos. As áreas cafeeiras estão concentradas no Centro-Sul do país, onde se destacam os estados produtores: Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná. A região Nordeste também tem plantações e da região Norte, pode-se destacar Rondônia (ABIC, 2012).

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estimou, para o ano de 2012, no Brasil, uma colheita de café de 50,83 milhões de sacas de 60 quilos do produto beneficiado. O resultado representa um crescimento de 16,9% quando comparado com a produção obtida na temporada anterior que foi de 43,48 milhões de sacas (CONAB, 2012).

Existem muitas áreas produtivas no estado do Ceará que estão ociosas devido à falta de estímulo dos produtores e incentivo do governo. Apesar disso, ainda há alguns produtores no Maciço de Baturité, Ceará, Brasil, que mantêm sua produção em cooperativismo. Diante desta realidade, em 2011, a EMBRAPA promoveu o I Simpósio de Revitalização do Cultivo de Café Agroflorestal do Maciço de Baturité, Ceará, objetivando incentivar o cultivo deste produto e levar conhecimentos técnicos aos produtores através de palestras com diversos pesquisadores e especialistas no assunto, que vieram de várias partes do Brasil. Neste evento, a Associação dos Produtores Ecológicos do Maciço de Baturité (APEMB), Lameirão, Mulungu, Ceará, Brasil, disponibilizou-se para doar grãos de café a serem utilizadas em análises científicas.

O desenvolvimento de pesquisas com grãos de café produzidos no Ceará poderá contribuir para valorizar as potencialidades dos produtos desta região, incentivar o consumo, a produção e a melhoria da qualidade.

Considerando dados da pesquisa de Silva (2009), realizada em cafeterias do comércio local, em Fortaleza, Ceará, no ano de 2009, 76% dos clientes responderam consumir café coado em preparo doméstico, bem como 82% de consumidores adultos jovens que responderam a questionários auto-aplicáveis no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará no ano de 2011 o preferem, com adição de leite em substituição ao café coado puro (XEREZ et al., 2011)

Diante do exposto, em que se verifica uma tendência de preferência por café com adição de leite e pela necessidade de se desenvolver produtos que estimulem a produção de café, o presente trabalho objetivou desenvolver e otimizar sensorialmente uma bebida de café com grãos produzidos no Maciço de Baturité, Ceará, adicionada de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (“leite de castanha de caju”) como uma opção inovadora no segmento de bebidas adoçadas prontas para consumo, sendo mais uma alternativa para o consumidor intolerante à lactose.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A história do café

2.1.1 História do café no mundo

Na literatura pesquisada registra-se que o homem tomou conhecimento do café quando um pastor, na Etiópia (África), observou que cabras se tornavam mais vivazes comendo folhas e frutos de uma planta desconhecida. Os peregrinos, que viajavam a Meca, utilizavam-no durante suas orações noturnas e para proteger-se do frio. Em 1454, era bebida habitual do Iémen. A infusão começou a popularizar-se em Meca no final do século XV e início do XVI. Em 1512 chega a Constantinopla e em 1554, em Istambul (POZZOBON, 2006).

Apesar do nome, o *Coffea arábica* não tem a Arábia como seu habitat natural, mas sim a zona entre a Abissínia (África) e os grandes lagos centrais africanos, nas províncias montanhosas de Kaffa e Enaréa. As primeiras lavouras de café foram feitas no Iémen, em 575 de nossa era. Da Abissínia atravessou o Mar Vermelho para a Arábia Feliz (Iémen) e daí disseminando-se pelo mundo levado pelos navios europeus (holandeses, franceses, ingleses, etc). Os holandeses foram grandes comerciantes do café, levando-o do Oriente para a Europa. Em 1615 chegava à Itália e em 1660 era largamente consumindo na França, havendo inúmeros cafés públicos em Paris. No início do século XVIII, já tinha tomado conta da Europa (GALETI, 2004).

2.1.2 História do Café no Brasil

Já é consenso na literatura da história do Brasil que o café produziu alterações profundas em toda a sociedade brasileira nos aspectos demográficos, na distribuição territorial da população e da riqueza, na força de trabalho, na composição social do Estado e nas relações de poder (POZZOBON,2006).

Em 1727, o café chegava ao Brasil, trazido de Caiena, Guiana Francesa, por Francisco de Mello Palheta. Ele deve ter sido o primeiro cafeicultor do Brasil. Seu cultivo iniciou-se no Pará, onde houve grande incentivo do governo, passando a exportar café para Portugal (GALETI, 2004).

Os primeiros colonizadores não tinham por objetivo plantar café com finalidade comercial, tendo em vista o isolamento e a inexistência de mercado consumidor. As primeiras produções destinavam-se ao consumo local (POZZOBON, 2006).

O Rio de Janeiro foi o principal produtor de café do Brasil de 1780 até 1890. A partir dos últimos anos do século XIX, a liderança na produção de café era assumida por São Paulo e a exportação era feita através do Porto de Santos. Assim, a indústria canaveira deixou de ser o principal fator econômico passando para o café e a agropecuária resumia-se à produção de subsistência (GALETI, 2004).

Em 1906 foi firmado um acordo chamado Convênio de Taubaté, no qual os maiores cafeicultores de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro se comprometiam em restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda provocada pelas crises cíclicas e financiar a compra de excedentes a fim de preservar a renda dos produtores. A história do café é marcada por dificuldades como superprodução, queda dos preços e perda da produção devido a fatores climáticos. A década de 1940 foi marcada pelos acontecimentos relacionados à II Guerra Mundial. Após decidir-se por incinerar o excedente de café, o mercado do reencontrou o equilíbrio. Porém para controlar a inflação e recuperar-se do esforço de guerra, o governo americano estabeleceu um preço teto para a compra do café, abaixo dos preços de mercado, o que prejudicou o Brasil (POZZOBON, 2006).

A partir de 1952, o Instituto Brasileiro de Café (IBC) cumpriu medidas que visavam à manutenção do nível de atividade pela construção de armazéns para estocagem da produção, estímulos à formação de cooperativas e acesso ao crédito subsidiado. Em 1959, ele deu início a um programa de construção de armazéns, incentivo ao cooperativismo, combate ao contrabando, fiscalização de torrefações e recuperação da imagem do café no mercado mundial (POZZOBON, 2006).

Com o objetivo de melhorar a qualidade do café brasileiro foi criado, em 1989, pela Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC) o Programa do Selo de Pureza, concedido às marcas associadas à ABIC comprovadamente não adulteradas, e que, ainda hoje, permanece ativo. Outras medidas tais como: programas de orientação aos produtores, concursos, campanhas de marketing e o forte incentivo às exportações de café torrado estão sendo tomadas com a finalidade de melhorar a imagem e a qualidade do café brasileiro (ABIC, 2012).

2.1.3 História do café no Ceará

Segundo Girão (2000), as primeiras mudas de café chegaram ao Ceará no século XVIII, trazidas do Jardim das Plantas de Paris por José Xerez Furna Uchoa. As primeiras mudas foram plantadas na Serra da Meruoca, de onde se espalharam para as outras áreas de serra do estado. Em 1822, o café foi trazido para o Maciço de Baturité, a partir de Pernambuco, e introduzido na Chapada do Araripe, região do Cariri. As sementes foram plantadas no sítio Mungaípe. Em 1824, o Sr. Felipe Castello Branco trouxe algumas mudas do Pará e as plantou no sítio Bagaço, em Mulungu. A Figura 1 mostra uma plantação de café em um sítio no Maciço de Baturité.

Figura1 – Plantação de café no Maciço de Baturité.



Fonte: Eduardo Magalhães (2011).

2.2 O cafeeiro

O cafeeiro é uma planta perene, dicotiledônea, de porte arbustivo, caule lenhoso, com folhas persistentes e flores hermafroditas. Pertence ao gênero *Coffea* que inclui pelo menos 105 espécies, das quais apenas duas são economicamente mais importantes, a *Coffea arábica* L., conhecida como café arábica que responde por cerca de $\frac{3}{4}$ da produção mundial, e *Coffea canephora* Pierre, comumente conhecida como café robusta, que contribui com cerca de $\frac{1}{4}$ da produção. Estas espécies possuem diferentes características botânicas, genéticas, agronômicas, químicas e morfológicas (LOPES, 2000).

O café Arábica é originário das florestas tropicais da Etiópia, na África, onde existe no estado espontâneo desenvolvendo-se sob sombra. Assim os primeiros cafezais foram instalados sob sombra na tentativa de estar dentro das condições ecológicas presumivelmente mais adequadas à espécie (DAMATTA; RENA, 2002).

O cafeeiro tem uma grande vida útil, de pelo menos 20 anos. Sua produção tem início no 2º e 3º ano após o plantio e as maiores produções são atingidas entre o 11º e o 14º ano de produção. Os programas de melhoramento genético têm beneficiado a cafeicultura mundial colocando cultivares de alta produtividade à disposição dos cafeicultores (ANDRADE, 2007).

Botero (2006) afirma que, atualmente, no Brasil, o café sombreado se encontra mais difundido no Norte e Nordeste do País. Nas regiões Sul e Sudeste o sombreamento é menos frequente. Este tipo de cultivo tem a vantagem de permitir a manutenção da floresta nativa e o aumento da biodiversidade local.

Existe uma grande controvérsia sobre a produção de café sombreado. Em algumas experiências, os cafeeiros sombreados apresentam produções comparáveis, e inclusive maiores que as do café a pleno sol. Em outras, as produções do café sombreado são extremamente baixas (CAMPANHA *et al.*, 2004). No Ceará, o sistema de cultivo predominou na associação do café juntamente com outras plantas, como mostra a Figura 2 (ALCÂNTARA, 2009).

Figura 2 – Café sombreado no Maciço de Baturité



Fonte: Eduardo Magalhães (2011).

2.3 O fruto do café

Muitos trabalhos têm demonstrado que o café produzido com o fruto no estágio de maturação cereja é de melhor qualidade. Café colhido no estágio de maturação verde ocasiona a uma bebida de pior qualidade em relação aos colhidos maduros, pois pode causar o aumento ou aparecimento de adstringência. O despulpamento reduz as chances de ocorrerem fermentações originando produto de melhor qualidade (PAIVA, 2005). A Figura 3 ilustra os diferentes estádios de maturação do fruto do café.

Figura 3 – Diferentes estádios de maturação do fruto do café.



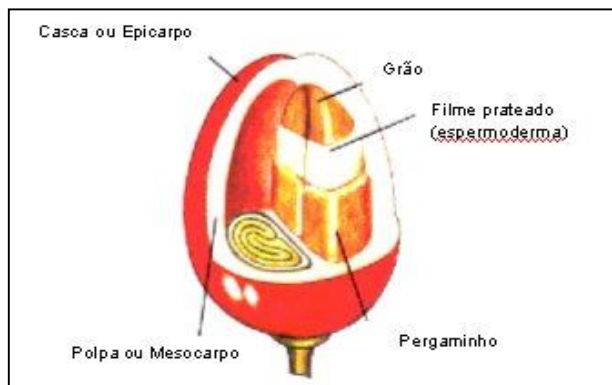
Fonte: Carloni (2006).

Importantes alterações quantitativas e qualitativas acompanham o crescimento do fruto. No gênero *Coffea* o tempo que antecede a maturação completa varia de 10 a 12 semanas. Nas espécies comerciais de café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*), o desenvolvimento do fruto é um processo longo, caracterizado por mudanças nos tecidos. Inicialmente, o endosperma que corresponde à semente apresenta-se no estado “líquido”, endurecendo durante a fase de maturação, como resultado do acúmulo gradual de proteínas de reserva, sacarose e polissacarídeos complexos que representam as principais reservas da semente. O final da maturação é caracterizado pela desidratação do endosperma e pela mudança de cor do pericarpo (CASTRO, 2006).

Segundo Campa *et al* (2004), alguns compostos acumulados na maturação das sementes de café influenciarão na qualidade da bebida, como é o caso da sacarose. O café arábica é preferido pelos consumidores por ter um menor amargor e melhor sabor.

O fruto do cafeeiro é formado pelo grão (endosperma + embrião), que é envolvido pelo pergaminho ou endocarpo, pela polpa ou mesocarpo e, finalmente, pela casca ou epicarpo. Os componentes do fruto podem ser vistos no esquema apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Partes do fruto do cafeeiro.



Fonte: Universidade Federal de Viçosa - Pós- colheita (2012).

O epicarpo persiste com a cor verde durante a maior parte do desenvolvimento do fruto, tornando-se transitoriamente amarelo e depois vermelho na fase final de desenvolvimento. A mudança de cor é devido ao desaparecimento do pigmento clorofila e acúmulo de antocianinas (LÓPEZ *et al.*, 2003). O mesocarpo, também conhecido como polpa é rico em açúcar e água. É formado por células parenquimáticas com paredes celulares compactas e densas em frutos verdes que se tornam mais finos durante a maturação (OUGUERRAM, 1999). O endocarpo, também chamado de pergaminho, é um tecido duro e lignificado. Sua função é proteger a semente do café de enzimas digestivas de animais que se alimentam de sementes (MENDES, 1941).

O endosperma é um tecido duro com alta deposição de polissacarídeos nas paredes celulares. Como tecido de armazenamento, o endosperma maduro acumula compostos que servirão como reserva de nutrientes que serão mobilizados pelo embrião durante o processo germinativo da semente de café. A composição química do fruto irá influenciar muito na qualidade da bebida que é feita da semente do café. O acúmulo de ácido clorogênico e cafeína são determinantes para o sabor da bebida. Maiores teores de sacarose e menores de cafeína são responsáveis pelo melhor sabor do café arábica (CASTRO, 2006).

2.4 Composição química do café

Os compostos presentes no café cru são muito importantes, pois são precursores de compostos que serão formados no processo de torrefação, que são responsáveis pelo sabor e aroma do café. Durante a torração, os açúcares redutores reagem com os aminoácidos (reação de Maillard), dando origem à coloração característica dos grãos torrados (FLAMENT, 2002).

Dentre os compostos presentes nos grãos, destacam-se as substâncias nitrogenadas, os açúcares e os ácidos clorogênicos. A cafeína é o principal alcaloide presente no café. É inodora e possui sabor amargo bastante característico. É conhecida em relação ao seu efeito estimulante e na redução do sono (FLAMENT, 2002).

A composição química do grão pode variar de acordo com a espécie, local, tipo de plantio, colheita, armazenamento e torração do café. O grão é composto por proteínas, lipídios, cinzas, fenóis, ácidos carboxílicos, trigonelina e cafeína (MORAIS, 2007).

O café apresenta compostos bioativos como a cafeína, vitamina B-3, ácidos clorogênicos, quinídeos (formados na torra do café a partir dos ácidos clorogênicos), dentre centenas de outros. Os ácidos clorogênicos figuram entre os principais constituintes bioativos responsáveis pela ação antioxidativa dos cafés (MORAIS, 2008).

A perda da cor, modificação da cor do café para tonalidades mais claras, deve-se à oxidação enzimática dos polifenóis presentes nos grãos, principalmente o ácido clorogênico e produtos resultantes deles. Há variação de acidez nos grãos e existe uma relação inversa entre os teores de acidez e a qualidade. O café apresenta em sua constituição química enzimas como a polifenoloxidase que, em contato com substratos fenólicos mediante manejo inadequado, proporcionam alterações indesejáveis. Tais alterações constituem a formação de quinonas, compostos amarronzados que prejudicam a qualidade da bebida (MALTA, 2002).

2.5 Qualidade do café

Segundo Paiva (2005), a qualidade do café é definida como um conjunto de atributos físicos, químicos, sensoriais e higiênico-sanitários, que proporcionam prazer e segurança a seus consumidores. De acordo com Malavolta (2000), a qualidade do café refere-se ao conjunto de características sensoriais do grão ou da bebida que imprimem a este valor comercial.

Segundo Mori (2000), o mercado consumidor não tem referências para distinguir uma bebida complexa e variável nos aspectos de aroma e sabor como o café. O café está preso a antigos costumes de classificação, com nomenclaturas utilizadas por especialistas do mercado exportador, sem uma qualificação objetiva que gere uma comunicação fácil para estreitar os laços entre o setor de comercialização e consumidores. Os atributos utilizados para definir a qualidade dos cafés sempre foram os que descrevem a bebida como bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, rio, riada e rio zona e as descrições por tipo (defeitos), peneira e impurezas. Recentemente, as indústrias vêm utilizando termos como “forte”, “suave” ou “rende mais”, o que é muito pouco para realmente diferenciar o produto. E é aí que entram as metodologias de análise sensorial para complementar as técnicas tradicionais de degustação para possibilitar conhecimentos sobre as características do café, mostrando aquilo que o consumidor sente ao beber o café.

2.6 Tipos de processamentos

O café que vem da lavoura, colhido por derriça, é uma mistura de frutos verdes, maduros ou cereja, frutos secos ou bóia, folhas, paus, pedras, ramos, terra, sendo que a presença destes últimos dependerá dos cuidados adotados na colheita. Um dos cuidados para a obtenção de um café de qualidade é a colheita seletiva dos frutos maduros, já que uma colheita tardia resultará em frutos secos e uma colheita muito precoce resultará em uma quantidade maior de frutos verdes (BORÉM, 2004). Segundo o mesmo autor, três fatores são considerados na escolha do método de processamento do café: relação custo/benefício do método, necessidade de atendimento à legislação ambiental e padrão desejado de qualidade.

O processamento do café pode ser realizado por diferentes técnicas. Quando mantêm o fruto intacto, durante a secagem, na sua forma integral, ou seja, com o exocarpo, a mucilagem e o pergaminho, são denominados de café natural. Durante a secagem, a presença do exocarpo e da mucilagem propicia o aparecimento de atributos físicos, químicos e sensoriais dos grãos diferentes dos cafés obtidos por via úmida (VILLELA, 2002). Os cafés naturais são obtidos por meio do processo denominado via seca e requerem maior tempo de secagem quando comparados aos grãos oriundos do processo por via úmida.

O processamento do café ocorre também por via úmida. Quando se remove apenas a casca e parte da mucilagem, o café é denominado de café cereja descascado. A mucilagem é mantida e secada junto ao pergaminho. A secagem inicial deve ser feita

preferencialmente ao sol, em camadas finas, com revolvimento contínuo e cuidadoso dos grãos. O tempo de secagem do café cereja descascado é menor que o gasto no natural e desde que bem conduzido preserva a qualidade original do produto (VILLELA, 2002).

O processo de remoção mecânica do exocarpo e mucilagem origina o café denominado de café desmucilado. De acordo com Brando (1999), o corpo e o aroma da bebida do café proveniente deste tipo de processamento são menos pronunciados. O café despulpado é originado quando se remove o exocarpo mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação, seguida da lavagem dos grãos, assim a qualidade passa a ser influenciada também pelo processo fermentativo. O tempo de fermentação varia de 15 a 20 horas. Este tipo de processamento geralmente resulta em cafés de bebida suave, mole ou estritamente mole (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1985). Apresenta também como vantagem um menor tempo de secagem.

2.7 Processo de torrefação

Na torrefação deve-se levar em conta o tipo de preparo da bebida a que se destinam os grãos torrados. Geralmente na torrefação convencional a faixa de temperatura usada é de 200 a 230 °C, com o tempo variando de 12 a 20 min. No entanto, estes valores podem variar muito, dependendo do grau de torrefação desejado, do torrador utilizado, bem como da variedade do café, idade, umidade, entre outros (MENDES, 2005).

Para o estabelecimento do grau adequado de torrefação utilizam-se os seguintes parâmetros: cor do grão, determinação da perda de massa (comumente chamada de perda de peso), aroma e sabor desenvolvidos e mudanças químicas de determinados componentes (MENDES, 1999).

2.8 Classificação da bebida de café

A bebida de café é avaliada através da sua degustação por profissionais treinados. Para avaliar a qualidade dos cafés produzidos, vários países estabeleceram normas e padrões de classificação para o produto (CARVALHO, 1997). A classificação física e a qualidade da bebida são fundamentais na comercialização do café e, conseqüentemente, no estabelecimento do preço do produto.

Em 1949, no Brasil, foi estabelecido o Decreto nº 27.173, aprovando as especificações e tabelas para a classificação e fiscalização do café e em março de 1978, a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos aprovou a resolução nº 12.178, que fixa padrões de qualidade e identidade para alimentos e bebidas, incluindo o café, classificando-o quanto ao tipo, bebida, peneira e cor (CARVALHO, 1997).

As normas de classificação do café são regidas pela Instrução Normativa nº. 8, de 11 de junho de 2003, do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

A classificação por tipo é feita a partir de uma amostra de 300 gramas de café beneficiado, acondicionada em latas apropriadas, identificadas e representando fielmente o lote analisado, independente do número de sacas, que receberá classificação nos tipos de 2 a 8. Considera-se a quantidade de defeitos intrínsecos e extrínsecos, ou seja, grãos defeituosos e impurezas encontradas junto dos grãos de café (SEGGES, 2001).

Estudando o efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e na qualidade do café (*Coffea arábica* L.) “estritamente mole”, Villela (2002) concluiu que, através da tabela de classificação baseada na atividade enzimática da polifenoloxidase, a adição de quantidades crescentes dos defeitos pretos, verdes e ardidos reduziu significativamente a qualidade do café de bebida estritamente mole.

A classificação do grão de café por bebida é conhecida como “prova de xícara”, atividade adotada no Brasil desde 1917 pela Bolsa Oficial de Café Mercadorias de Santos. Baseia-se na degustação do café por profissionais treinados e experientes que classificam o café quanto ao tipo de bebida segundo o aroma e sabor apresentados. Entretanto, ainda não há uma uniformização na sua aplicação. A partir de uma amostra de café de 150 gramas, os grãos são torrados num padrão de torração clara e moídos, em granulometria grossa de 15 mesh. Dez gramas da amostra torrada e moída são levadas para as mesas de prova em potes de cerâmica ou vidro, aos quais são acrescentados 100 mL de água filtrada ou mineral a uma temperatura de 90°C. Através da prova de xícara, as amostras são classificadas segundo a Tabela 1 de classificação do café quanto à bebida. Essa classificação considera atributos sensoriais como aroma, acidez, amargor, doçura, adstringência e corpo. Alguns sabores residuais como fermentado, mofo, de terra podem também ser percebidos (MENDES, 2005).

Tabela 1 – Classificação para bebidas de café arábica.

Classificação	Descrição
1. Estritamente mole	Bebida sabor suavíssimo e adocicado
2. Mole	Bebida sabor suave, acentuado e adocicado.
3. Apenas mole	Bebida sabor suave, porém com leve adstringência.
4. Dura	Bebida com sabor adstringente, gosto áspero.
5. Riada	Bebida com leve sabor de iodofórmico ou ácido fênico.
6. Rio	Bebida com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmico ou ácido fênico.
7. Rio zona	Bebida de sabor e odor intolerável ao paladar e ao olfato.

Fonte: Toledo (1998).

Por ser uma classificação subjetiva, ainda não foi estabelecido um critério mundial padronizado e várias pesquisas vêm sendo feitas com o objetivo de relacionar as características sensoriais da bebida com as análises químicas e físico-químicas dos grãos, para que sirvam de auxílio à análise de degustação do café. A técnica da prova de xícara consiste na sorção, degustação e descarte da bebida. Durante a realização desta técnica os provadores irão classificar os cafés segundo suas características sensoriais, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 (BRASIL, 2003).

2.9 Análise Sensorial

As indústrias de alimentos e bebidas têm utilizado a análise sensorial para identificar e atender as necessidades dos consumidores. A análise sensorial envolve um conjunto de diversas técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial em várias etapas do seu processo de fabricação e objetiva estudar as percepções, reações e sensações do consumidor sobre as características do produto, inclusive sua aceitação ou rejeição (DELLA LUCIA *et al.*, 2006).

Por meio da análise sensorial pode-se prever ou não a viabilidade da adequação tecnológica utilizada na elaboração de um alimento. Em bebidas solúveis ou instantâneas, parâmetros como absorção, solubilidade e viscosidade são considerados atributos sensoriais importantes para se obter o produto desejado (SILVA, 2009).

Os testes sensoriais afetivos objetivam conhecer a opinião de um determinado grupo de consumidores que consome o produto de interesse, ou seja, da população alvo do produto. Essa opinião pode ser dada com relação ao produto de uma forma global ou com relação a algumas de suas características específicas (CHAVES; SPROSSER, 1993).

Entre os métodos sensoriais disponíveis para se medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, a escala hedônica estruturada de nove pontos é, provavelmente, o método afetivo mais utilizado devido à confiabilidade e validade de seus resultados, bem como sua simplicidade em ser utilizada pelos provadores (STONE; SIDEL, 1993).

2.10 A amêndoa de castanha de caju

O cultivo e processamento da castanha de caju são realizados predominantemente no estado do Ceará, sendo este o principal exportador brasileiro da amêndoa da castanha de caju (ACC), que participa com 50% da produção brasileira. A cajucultura é de fundamental importância para a economia do Estado, gerando divisas e empregos no campo e nas indústrias. O parque industrial de beneficiamento de castanha de caju gira em torno de 300 mil toneladas anos, a qual absorve toda a produção do Estado, inclusive, importa dos Estados vizinhos. A safra de Castanha de Caju no Ceará foi inicialmente estimada em 164.157 toneladas, em 2011 (CONAB, 2012).

O segmento industrial da cajucultura brasileira tem uma capacidade instalada de processamento de castanha de caju em torno de 420 mil toneladas ano, através de 12 indústrias de grande porte e das pequenas mini-fábricas instaladas nos locais de produção, desenvolvidas geralmente pelos pequenos produtores enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), agricultores familiares, com uma estimativa de geração de empregos a 25 mil pessoas (CONAB, 2012).

O cajueiro, nome científico *Anacardium occidentale* (Linnaeus), pertencente à família Anacardiaceae. É uma árvore originária do Norte e Nordeste do Brasil, com troncos tortuosos, atinge entre cinco e dez metros de altura, mas em condições muito propícias pode chegar a vinte metros. Seu fruto tem uma forma semelhante a um rim humano, seco e torrado, dá origem à castanha de caju, de onde se extrai a amêndoa da castanha de caju. Prolongando-se ao fruto, existe um pedúnculo (ou pseudofruto) maior, mais macio, com formato de pêra (GAZOLLA *et al.*, 2006).

Segundo pesquisa de Freitas e Naves (2010), a amêndoa de castanha de caju é uma excelente fonte de nutrientes e contém substâncias com propriedades de alegação de saúde, também denominadas funcionais ou compostos biologicamente ativos. Ela apresenta teor considerável de diversos minerais como ferro, cálcio, zinco e selênio. O ferro e o cálcio são minerais importantes na prevenção de carências nutricionais de relevância em saúde coletiva. O zinco e o selênio apresentam funções enzimáticas e reguladoras, como parte do sistema de defesa antioxidante do organismo.

O principal componente da amêndoa de castanha de caju, crua ou tostada, são os lipídios, seguidos das proteínas e amido. O principal ácido graxo que compõe estes lipídios na amêndoa é o ácido oléico, correspondendo entre 70 e 80% dos ácidos graxos totais. O ácido oléico é um ácido graxo essencial, ômega 9, o qual participa do nosso metabolismo, desempenhando um papel fundamental na síntese dos hormônios. (GAZOLLA et al., 2006).

2.11 Extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju

O desenvolvimento de produto parte da idéia ou de um novo conceito a ser pesquisado. As idéias partem de várias fontes: os próprios consumidores, os concorrentes, os cientistas e os pesquisadores, como também os vendedores e a alta administração. Para as empresas que buscam participação e crescimento de mercado, é mandatário o contínuo aperfeiçoamento do processo de desenvolvimento de produtos. Para atingir um desenvolvimento ótimo, além dos esforços técnico-científicos, é necessário otimizar fatores, como tempo, custo e qualidade e estimular o uso de tecnologias em gestão de processo e de informações mercadológicas (POLIGNAMO, DRUMOND, 2001).

A atividade de desenvolver novos produtos necessita de planejamento, pesquisa, controle e uso de métodos sistemáticos, capazes de integrar e otimizar os diferentes aspectos envolvidos. O uso de modelos sistemáticos, apoiados por métodos e ferramentas, auxilia as equipes de projeto a resolver problemas durante o desenvolvimento fornecendo ferramentas conceituais à equipe de desenvolvimento (SANTOS, 2004).

A amêndoa de castanha de caju passou a ter uma maior participação em pesquisas de desenvolvimento de novos produtos devido ao conhecimento de que o processo de beneficiamento da castanha de caju utilizado resulta em um alto percentual de amêndoas quebradas e, conseqüentemente, em depreciação do seu preço em relação às amêndoas inteiras. Diante disso, Morais (2009) desenvolveu uma pesquisa que teve como objetivo

utilizar amêndoas quebradas para a produção de um extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (EHACC), de forma a diversificar o mercado da ACC e agregar valor às amêndoas quebradas. Obteve-se um extrato que apresentou boa aceitabilidade e caracterização química adequada, para ser utilizado como bebida alternativa ao leite bovino na dieta de pessoas com problemas relacionados à ingestão de lactose (açúcar do leite) e na dieta de outros grupos populacionais.

O extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (EHACC) é um produto desenvolvido em pesquisas recentes como uma nova alternativa para bebidas industrializadas. Produtos semelhantes já se encontram no mercado, como as bebidas elaboradas a partir de extrato de soja e o seu consumo tem sido crescente. Diante disso, o desenvolvimento de novas bebidas à base de EHACC é uma excelente alternativa de pesquisa a ser explorada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Nesta pesquisa, foram usados grãos de café verdes, 100% arábica, cedidos pela Associação dos Produtores Ecológicos do Maciço de Baturité (APEMB), Lameirão, Mulungu, Ceará, Brasil, da safra de 2010, colhidos por derriça manual em balaios e armazenados em sacos plásticos.

A torração dos grãos foi realizada em uma empresa parceira local, utilizando-se um torrador Probatino (Leogap) com capacidade de 500 a 1200g de carga por torra e alimentado a gás natural. Os grãos foram torrados à temperatura média de 121° C no tempo de 15 minutos, cor da torra média.

Para a elaboração do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju utilizaram-se amêndoas de castanha cruas doadas pela indústria Usina Brasileira de Óleos e Castanha Ltda. (USIBRAS), Fortaleza-Ce, Brasil, de classificação B1 (batoque tipo 1). As amêndoas foram embaladas à vácuo em embalagem de polietileno metalizada com capacidade para um quilograma. O açúcar (sacarose) foi adquirido no comércio local varejista de Fortaleza, Ceará.

3.2 Metodologia

3.2.1 Classificação dos grãos

A classificação dos grãos foi feita por meio da “prova de xícara”, realizada pela indústria parceira, Três Corações S/A, Fortaleza, Ceará. Essa análise de degustação foi realizada adotando-se o método oficial brasileiro de classificação do café segundo a Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

3.2.2 Perfil de consumidores de café

Inicialmente, definiu-se o perfil de consumidores de café utilizando a metodologia analítica–descritiva, exploratória. A análise qualitativa através de aplicação de questionários

estruturados foi realizada no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará. Foram recrutados alunos e funcionários voluntários, de ambos os sexos. Ser consumidor de café foi o pré-requisito exigido para a seleção dos respondentes. Solicitou-se a cada indivíduo o preenchimento de um questionário contendo perguntas sobre o perfil demográfico (sexo, escolaridade e faixa etária) e hábitos de consumo de café.

Para a análise dos resultados, empregou-se a técnica estatística descritiva com a construção de gráficos em setor e histograma de frequência.

3.2.3 Análise sensorial da bebida de café puro, não adicionado de extrato

3.2.3.1 Preparo da bebida de café

Foram preparadas amostras de bebida de café, sendo duas do Maciço de Baturité (amostras A e B) e uma amostra 100% arábica comercial (amostra C) adquirida no mercado local.

Como instrumento operacional foi utilizado uma cafeteira elétrica da marca Arno, modelo Perfecta, ilustrada na Figura 5. A proporção de massa de café utilizada teve como referência a recomendação da embalagem da amostra comercial: 40g de pó de café para 500ml de água mineral. O pó de café foi colocado em filtro de papel para porta filtro nº 102 na cafeteira elétrica. Em seguida, foi acrescentada água mineral, obtendo-se o café do tipo coado.

Figura 5 – Cafeteira elétrica



Fonte: Elaborada pela autora.

O tempo de preparo de café foi de 5 a 7 minutos. A bebida foi preparada no momento de ser servida e transferida para garrafas térmicas de 500ml da marca Aladdin. O tamanho da garrafa térmica é relevante, pois quanto maior o seu espaço, maior é a perda de temperatura da bebida à medida que a garrafa for esvaziando. Além disso, quanto maior o volume de bebida, maior será o tempo de abertura da garrafa, fazendo com que haja alteração na temperatura.

A tabela de Adranes (DUTCOSKY, 1996) de temperaturas ideais para a degustação de café foi utilizada como referencial para o controle da temperatura. Segundo esta tabela, as temperaturas ideais para a degustação de café são 71°C para teste de aroma e 68°C para teste de sabor. Foi realizado controle de temperatura com medições frequentes para que não fosse servido abaixo de 68°C. A temperatura mínima medida foi de 68°C e a máxima 77°C. O tempo máximo de permanência da bebida na garrafa térmica foi 30 minutos. O termômetro usado nas medições foi do tipo digital de haste metálica.

3.2.4 Avaliação sensorial da bebida de café

3.2.4.1 Condições dos testes

A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará. Os provadores foram recrutados entre estudantes de graduação, pós-graduação e funcionários da universidade. Foram selecionados pelo interesse em participar do painel sensorial, a disponibilidade de tempo, o fato de consumir e não ter patologias associadas ao uso de café. As amostras foram servidas a um painel constituído por 66 consumidores. Foram utilizadas fichas de avaliação e todos os testes realizaram-se sob luz fluorescente tipo luz do dia.

3.2.4.2 Teste de escala hedônica

Seguiu-se o delineamento experimental de blocos completos balanceados, com a finalidade de minimizar o efeito da ordem de apresentação das amostras nos julgamentos dos provadores. As amostras foram servidas em bandejas, de forma monádica, de modo a evitar comparação entre as amostras, na quantidade de 30 ml, em copos descartáveis com capacidade para 50 ml codificados com números de três dígitos arábicos casualizados e sem

repetições. Apresentaram-se aos julgadores as amostras da esquerda para a direita, em seqüência, em uma única sessão de teste.

Cada julgador recebeu sachês com açúcar refinado para adoçar a bebida de acordo com o seu hábito de consumo. Foi instruído a beber água à temperatura ambiente antes do início do teste e entre as amostras, a fim de que pudesse remover sabores residuais.

As três amostras de café arábica foram avaliadas quanto à aceitação do consumidor, através da escala hedônica estruturada mista. Os atributos avaliados foram: aroma, cor, sabor, corpo e impressão global. Os provadores avaliaram o quanto gostaram ou desgostaram do produto, utilizando uma escala de nove pontos, em que nove (9) corresponde a "gostei muitíssimo" e um (1) a "desgostei muitíssimo".

3.2.4.3 Teste de atitude de compra

Na avaliação da intenção de compra do consumidor utilizou-se uma escala de atitude estruturada de cinco pontos, variando de 1 que corresponde a certamente não compraria e 5 a certamente compraria. Aproximadamente 30 mL das amostras foram servidas em copos descartáveis e apresentadas uma de cada vez, seguindo o delineamento de blocos completos balanceados.

3.2.4.4 Teste de escala do ideal

As três amostras de café arábica foram submetidas à avaliação sensorial da intensidade de sabor de café em uma escala estruturada de nove pontos (4= extremamente mais forte que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos forte que o ideal). As amostras foram avaliadas de forma monádica seqüencial, codificadas com números de três dígitos casualizados, na quantidade de aproximadamente 30 ml, em copos descartáveis.

3.2.4.5 Teste de ordenação

Através deste teste as três amostras foram comparadas a fim de verificar a preferência dos consumidores. As três amostras foram apresentadas em copinhos descartáveis na quantidade de 30ml, cada amostra apresentou um código de três dígitos escolhidos de forma aleatória e o delineamento foi de blocos completos balanceados e casualizados entre os

provedores. O provador recebeu uma ficha e foi orientado a colocar as amostras em ordem decrescente de preferência. As amostras foram apresentadas de forma simultânea. Em seguida o provador foi solicitado a informar sua intenção de compra do produto em uma escala de cinco pontos balanceada (1= certamente não compraria; 3= talvez comprasse, talvez não comprasse; 5= certamente compraria).

3.2.5 Obtenção do extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (EHACC)

O processo de obtenção do extrato hidrossolúvel foi realizado segundo a metodologia utilizada por Moraes (2009), Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju (ACC) antes da otimização.



Fonte: Moraes (2009).

3.2.6 *Planejamento Experimental*

Para encontrar uma formulação otimizada de bebida de café foi desenvolvido um delineamento composto central, modelo de segunda ordem (MYERS, 2002). Os fatores considerados no experimento foram: a porcentagem de café e a quantidade em gramas de açúcar na bebida. Através desse delineamento, é possível encontrar o ponto ótimo, por meio da metodologia de superfície de resposta, de formulação de bebida de café segundo a quantidade de açúcar (g) e a proporção de café, para uma variável a ser definida.

A metodologia de análise de superfície de resposta (MSR) avalia o ponto ótimo em relação à quantidade de bebida de café e açúcar nas formulações à base de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, considerando-se os parâmetros de aceitação sensorial (BARROS *et al* 2002).

Os percentuais mínimo e máximo de café na formulação da bebida foram, respectivamente 50% e 60%. Para a quantidade de açúcar, os valores mínimo e máximo foram 7g e 15g para 150ml de bebida. Esta metodologia foi aplicada às variáveis físico-químicas, ou seja, cor, pH, °Brix e viscosidade, e às variáveis de análise sensorial impressão global, aroma, cor, sabor, amargor e corpo tendo como fatores o café e o açúcar, em que o objetivo era verificar quais níveis desses fatores otimizavam as variáveis. Na análise sensorial foi observada a opinião de 96 provadores em duas sessões de prova. Basicamente este delineamento é composto de um ponto central, que deve ser executado com repetições, de pontos axiais, e dos pontos do delineamento fatorial. Os pontos para o delineamento composto central estão na Tabela 2:

Tabela 2 – Delineamento composto central - Fatores: % café e gramas de açúcar*

Pontos	X	Y	Café (%)	Açúcar(g)	Amostra
Fatoriais	-1	-1	50,00	7,00	1
	-1	1	50,00	15,00	2
	1	-1	60,00	7,00	3
	1	1	60,00	15,00	4
Centrais	0	0	55,00	11,00	5
	0	0	55,00	11,00	6
	0	0	55,00	11,00	7
	0	0	55,00	11,00	8
Axiais	-1,41	0	47,93	11,00	9
	0	-1,41	55,00	5,34	10
	0	1,41	55,00	16,66	11
	1,41	0	62,07	11,00	12

*X e Y representam os valores codificados dos fatores em questão no experimento fatorial.

Fonte: Elaborada pela autora

3.2.7 Análise estatística

Para todas as variáveis foi realizada análise descritiva com resultados expressos por meio de tabelas de frequências e análise gráfica, que mostram a distribuição percentual de notas dos julgadores para cada atributo por amostra analisada. As análises foram realizadas utilizando os recursos do programa R.

Neste estudo, inicialmente, fez-se uma análise descritiva das variáveis, por meio de gráficos e tabelas que trazem uma visualização exploratória dos dados, a fim de se ter uma idéia do comportamento dos mesmos. Outra ferramenta utilizada que foi um delineamento experimental composto central que proporcionou a aplicação da metodologia de superfície de resposta aos dados, onde o objetivo era encontrar o ponto dos níveis de café (%) e açúcar (g) que otimizem as variáveis estudadas.

Para a utilização da metodologia de superfície de resposta, foram ajustados modelos de 2ª. ordem aos dados, para determinar quais termos são significativos para explicar o comportamento das variáveis estudadas. Os modelos de segunda ordem permitem encontrar os níveis dos fatores que levam ao ponto ótimo da variável, caso este se encontre na região estudada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

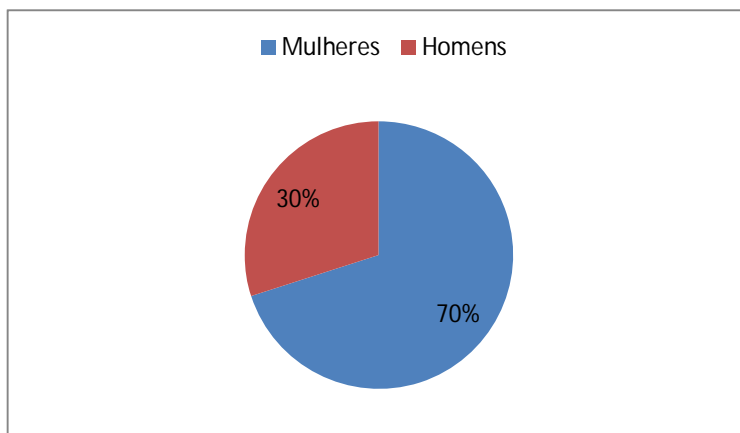
4.1 Perfil dos consumidores participantes dos testes sensoriais

As características demográficas do consumidor como sexo, escolaridade e faixa etária estão apresentadas nas figuras 7, 8 e 9.

4.1.1 Sexo

Após a avaliação das respostas dos questionários dos 66 provadores, obteve-se a maioria composta por mulheres, com 70%, Figura 7. De acordo com a ABIC (2012), as mulheres ainda são as principais responsáveis pela compra e preparo da bebida de café dentro de casa. Em semelhante avaliação, Xerez *et al.* (2011) obtiveram resultado similar.

Figura 7 – Representação gráfica do percentual com relação ao sexo



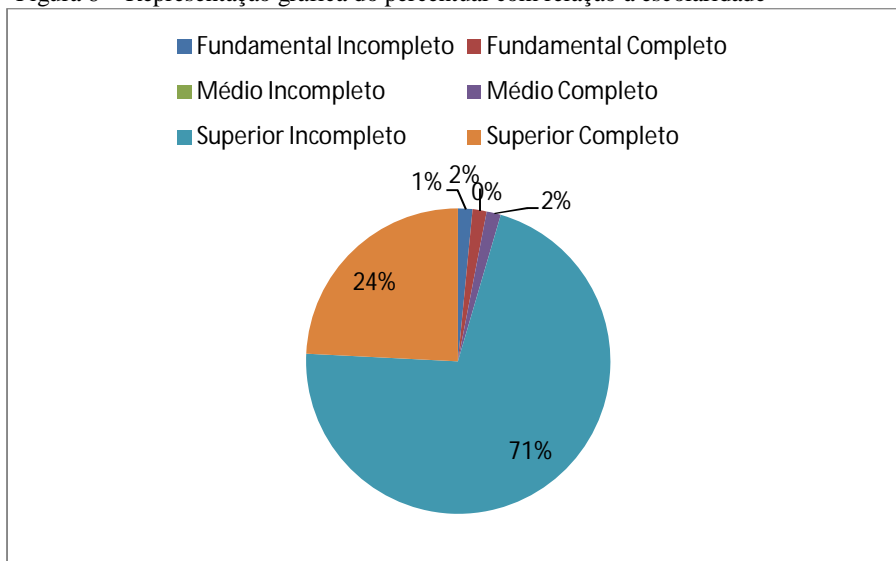
Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.2 Escolaridade

O nível de escolaridade superior incompleto predominou correspondendo a 70% do total de respostas (Figura 8). Na avaliação de Xerez *et al.* (2011), mais de 80% dos consumidores com nível superior incompleto preferiram o café tipo coado em relação a outros tipos, como cappuccino, solúvel e expresso. Segundo os autores, a tendência do aumento da exigência do consumidor por alimentos mais práticos e de rápido preparo não influenciou para

que bebidas de café de preparo mais prático como o solúvel fosse preferido pelo consumidor, pois a preferência pelo sabor do café coado sobrepõe-se sobre a praticidade do café solúvel.

Figura 8 – Representação gráfica do percentual com relação à escolaridade

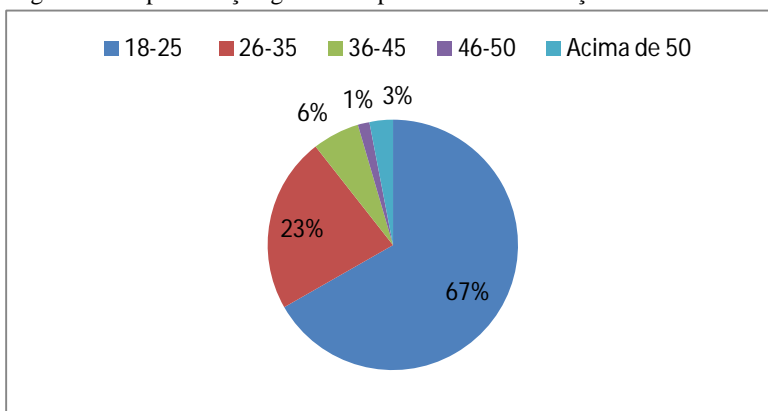


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.3 Faixa etária

Entre os participantes desta pesquisa houve predominância de idade entre 18 e 25 anos, com quase 70% (Figura 9). Apesar de a amostragem ter sido não probabilística, a expectativa era a de que esta faixa etária fosse predominante, haja vista esta pesquisa ter sido realizada no Campus Universitário em que a maioria é formada por jovens. É um segmento de mercado em expansão segundo Arruda (2006). Xerez *et al.* (2011) constataram que o café coado tem uma predominância na preferência deste público jovem. Entretanto, Arruda *et al.* (2009) observaram em um estudo de comportamento dos consumidores de Belo Horizonte/MG que os jovens são os que menos consomem café e que os motivos para não consumi-lo estão relacionados com a desaprovação do sabor, hábitos de consumo e restrições médicas.

Figura 9 – Representação gráfica do percentual com relação à faixa etária



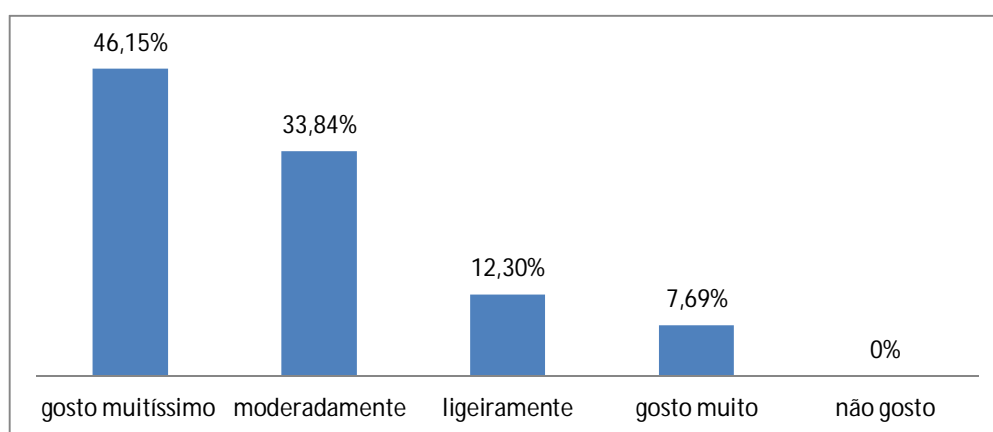
Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com a ABIC (2012) a consolidação do conceito de qualidade de um bom café independe da classe e idade. Segundo o Dr. Darcy Roberto Lima, em artigo publicado na ABIC, o café é um excelente alimento para o consumo de crianças, porém ainda existe preconceito em incentivá-lo, dando-se preferência a bebidas como refrigerantes e sucos artificiais que não são saudáveis para a dieta infantil.

4.1.4 Grau de gostar da bebida

Dentre os participantes da avaliação, quase a metade apresentou o maior grau de gosto pela bebida de café (gosto muitíssimo), o que demonstra a grande aceitação desta bebida no hábito de consumo do brasileiro (Figura 10).

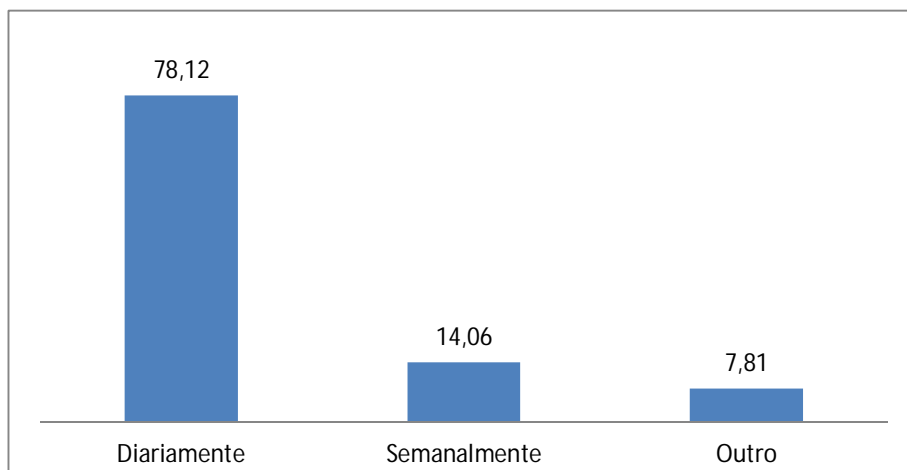
Figura 10 – Representação gráfica do percentual com relação ao grau de gostar da bebida de café



Fonte: Elaborada pela autora.

Além disso, sua frequência de consumo também é alta, quase 80% dos participantes consomem diariamente (Figura 11).

Figura 11 – Representação gráfica da frequência de consumo

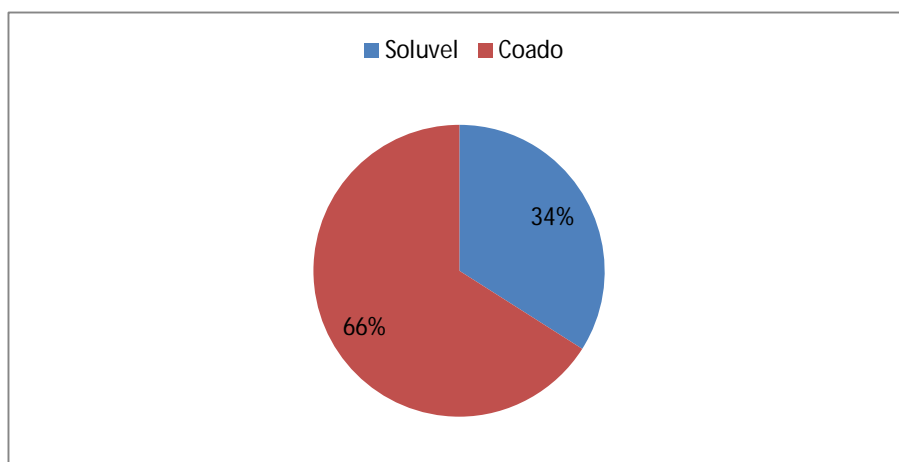


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.5 Tipo de café

De acordo com a Figura 12, o tipo de bebida preferido foi o coado, com 95%, seguido do solúvel com 5%. O café coado também foi preferido em pesquisas de Xerez et al. (2011) e Oliveira (2008).

Figura 12 – Representação gráfica do percentual com relação ao tipo de bebida de café preferida

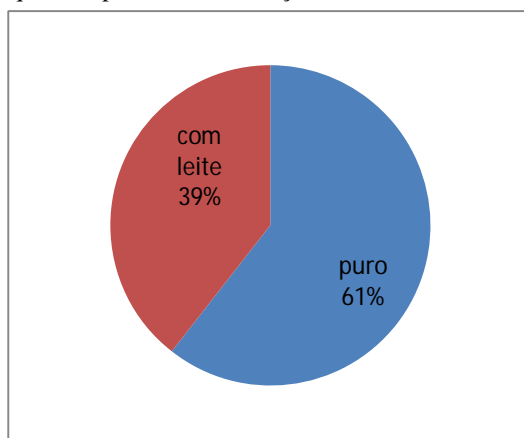


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.6 Adição de leite

Os resultados na Figura 13 mostram que 61% dos consumidores preferem o café servido puro, porém Xerez *et al.* (2011) obtiveram que a maioria 82%, preferiu café servido com leite ao café puro (cafezinho) que alcançou apenas 18%. Isto demonstra a variabilidade de preferência com relação ao modo de consumo do café, associada possivelmente a atributos de qualidade da bebida. Pesquisa da ABIC afirma que o instantâneo/solúvel tende a ser consumido com leite em todas as ocasiões, já o café espresso e o coado, tendem a ser mais apreciados puro. Entretanto, neste estudo os consumidores adultos jovens apreciam a mistura café com leite, possivelmente pela diminuição na percepção do amargor característico da bebida, sendo a forma de consumo usual de café por esse público consumidor.

Figura 13 – Representação gráfica do percentual quanto à preferência na adição de leite.

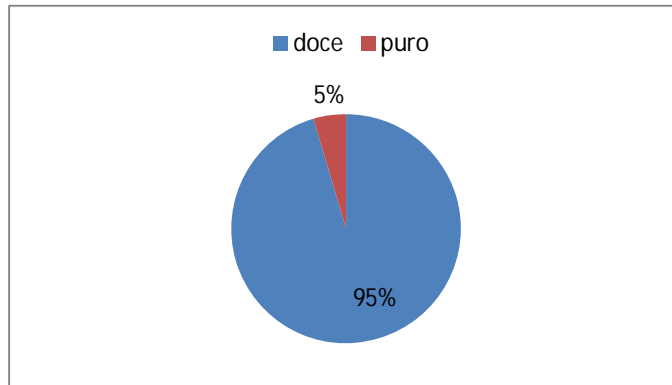


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.7 Café adoçado

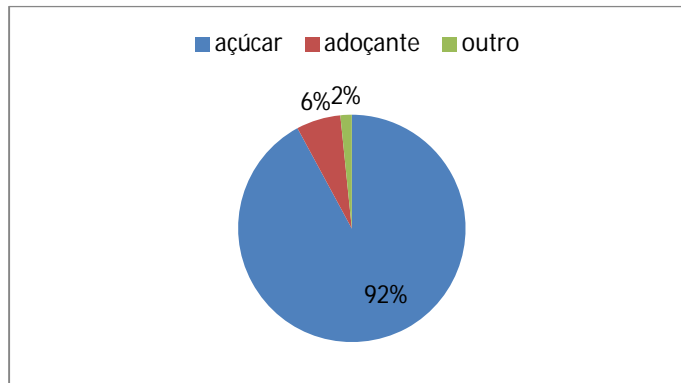
Quanto ao café adoçado, 95% dos consumidores preferiram café doce ao puro e 92% preferiram o uso de açúcar ao de adoçante, Figuras 14 e 15. Apesar do aumento da tendência do consumo de alimentos light com menor teor de açúcar e até substituição do mesmo por adoçantes, que são menos calóricos, o consumidor apresenta uma grande rejeição ao uso do adoçante no café. Isto pode ocorrer devido ao açúcar apresentar uma melhor capacidade de diminuir o amargor do café, enquanto o adoçante tem uma menor influência e também possui sabor residual que é considerado desagradável pelos consumidores.

Figura 14 – Representação gráfica do percentual quanto à preferência por doce ou puro



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 15 – Representação gráfica do percentual quanto à forma de adoçar

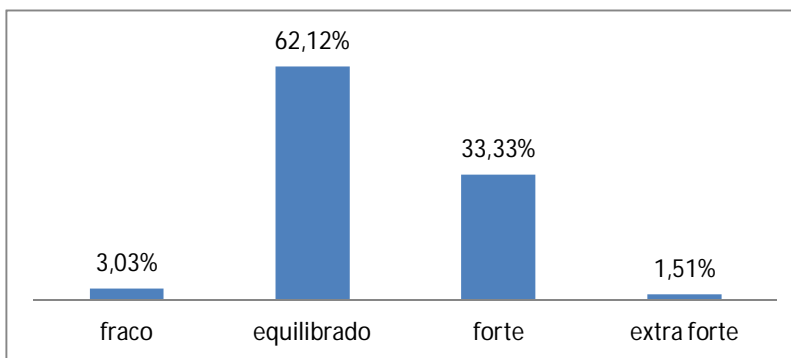


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.8 Níveis de intensidade do café

A avaliação constatou que a intensidade do café do tipo equilibrado é o preferido, com 62%, seguido do café forte com 33%, Figura 16:

Figura 16 – Intensidade do café

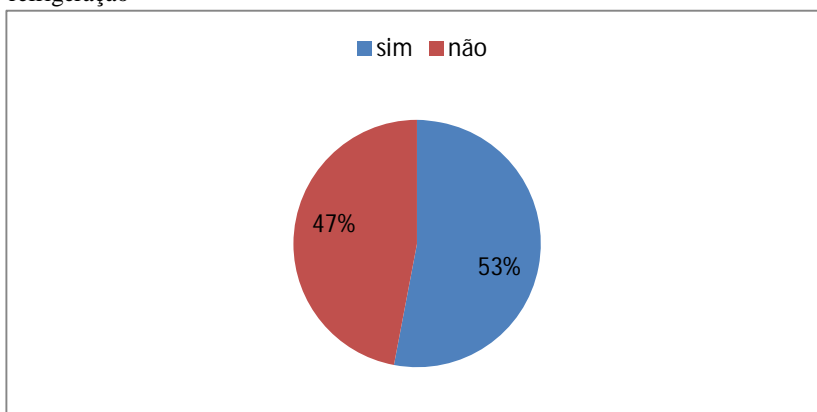


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.9 Intenção de compra de bebida de café pronta para o consumo armazenada sob refrigeração

O desenvolvimento de produtos é uma área a ser bastante explorada e com demanda pelos consumidores. Um dos primeiros passos para o início do desenvolvimento de um produto é a verificação da possibilidade de demanda e consumo deste produto pelos consumidores. O resultado deste item da pesquisa é bastante revelador, pois indica que pode haver espaço no mercado para o desenvolvimento de um novo produto que ainda não está difundido no mercado de alimentos. Mais da metade dos consumidores responderam que comprariam uma bebida de café pronta para o consumo que armazenada sob refrigeração, Figura 17.

Figura 17 – Intenção de compra de café pronto para o consumo armazenado sob refrigeração



Fonte: Elaborada pela autora.

4.2 Classificação dos grãos

As amostras A e B foram classificadas na “prova de xícara” como bebidas do tipo dura por apresentarem as seguintes características sensoriais: sabor acre, adstringente e áspero, porém sem paladares estranhos.

A qualidade final da bebida de café está intrinsecamente relacionada à composição da matéria-prima. Apesar do grão de bebida dura não ser de qualidade superior como o de bebida mole, sua utilização é viável nas indústrias de café, pois o seu preço é menor e há possibilidade de sua incorporação na formulação de blends reduzindo custos de produção. A indústria de alimentos está sempre incentivando a criação de alternativas de redução de custos sem prejuízo na qualidade. Aragão *et al.* (2003) desenvolveram um blend de café mucuna, que provém de uma leguminosa que quando torrada apresenta sabor semelhante ao café. Isto mostra o quanto o investimento em pesquisa sobre o café pode ser explorado e trazer benefícios para a indústria de café.

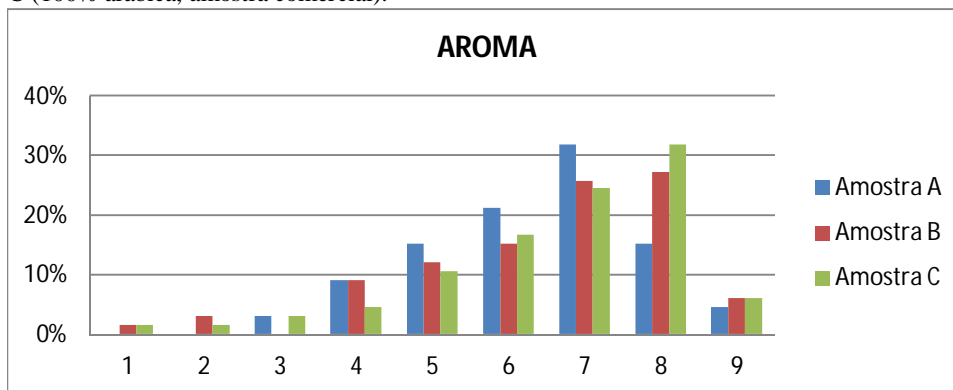
4.3 Avaliação sensorial da bebida do grão de café

Teste de escala hedônica

Os resultados da avaliação das amostras A, B e C de bebida de café coado, quanto à aceitação do aroma, cor, sabor, corpo e impressão global estão mostrados nas Figuras 18, 19, 20, 21 e 22.

As respostas obtidas na avaliação da aceitação do aroma podem ser visualizadas na Figura 18. De acordo com os percentuais de respostas referentes à aceitação do atributo aroma, observa-se que as amostras apresentaram bom nível de aceitação deste atributo, tendo em vista que o maior percentual das respostas situa-se nas categorias de gostar (6-9).

Figura 18 – Histograma de frequência de notas dos julgadores para aceitação do aroma das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).

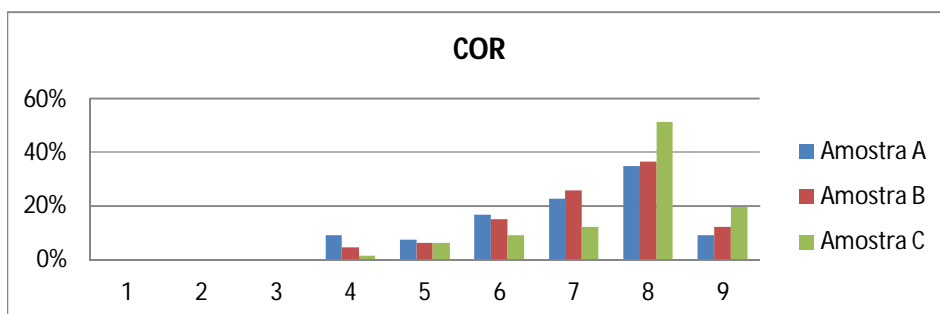


Fonte: Elaborada pela autora.

A amostra A apresentou maior frequência, 31,81%, na categoria 7 da escala (gostei moderadamente) enquanto as amostras B e C obtiveram maior frequência de respostas na categoria 8 da escala (gostei muito), 27,27% e 31,81% de respostas, respectivamente.

Observando-se os percentuais de respostas para o atributo cor, na Figura 19, verifica-se que não houve respostas para as categorias 1, 2 e 3, o que indica que o consumidor não associou a cor a nenhuma categoria na escala de desgostar, relacionando o atributo cor somente para categorias na escala de gostar. As três amostras apresentaram bom nível de aceitação, tendo em vista que a maior frequência de respostas situa-se nas categorias de gostar (6-9). Além disso, todas as amostras alcançaram maiores percentuais de respostas na categoria 8 da escala hedônica, correspondente a “gostei muito”, com percentuais de 34,84%, 36,36% e 51,51% para as amostras A, B e C, respectivamente.

Figura 19 – Histograma de frequência de notas dos julgadores para aceitação da cor das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).

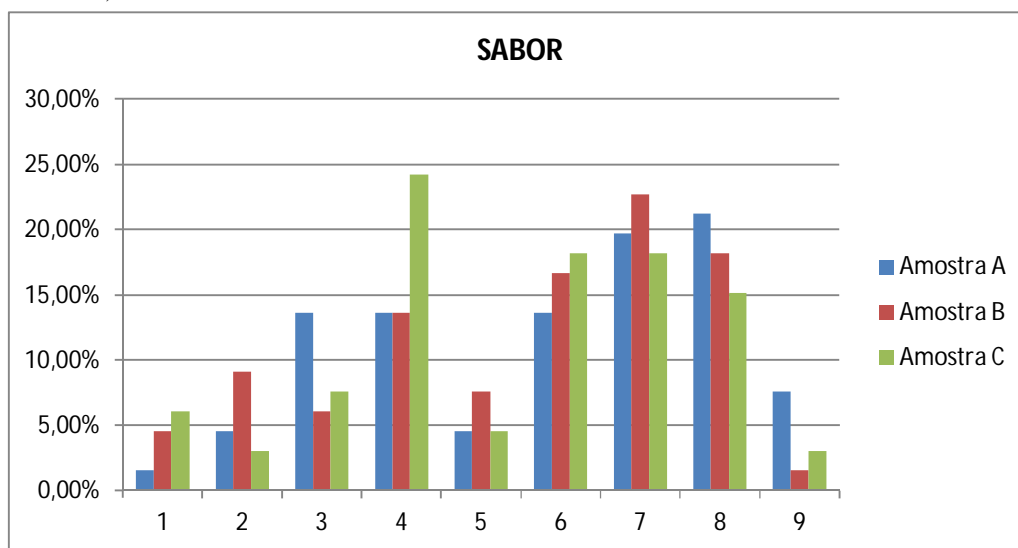


Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando-se os extremos da escala, todas as amostras atingiram mais de 80% de respostas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo). Nestas categorias as amostras A, B e C alcançaram, respectivamente, 83,31%, 89,38 e 92,41% de respostas.

Os percentuais de respostas entre os níveis da escala hedônica para o atributo sabor podem ser visualizados na Figura 20.

Figura 20 – Histograma de frequência de notas dos julgadores para aceitação do sabor das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).



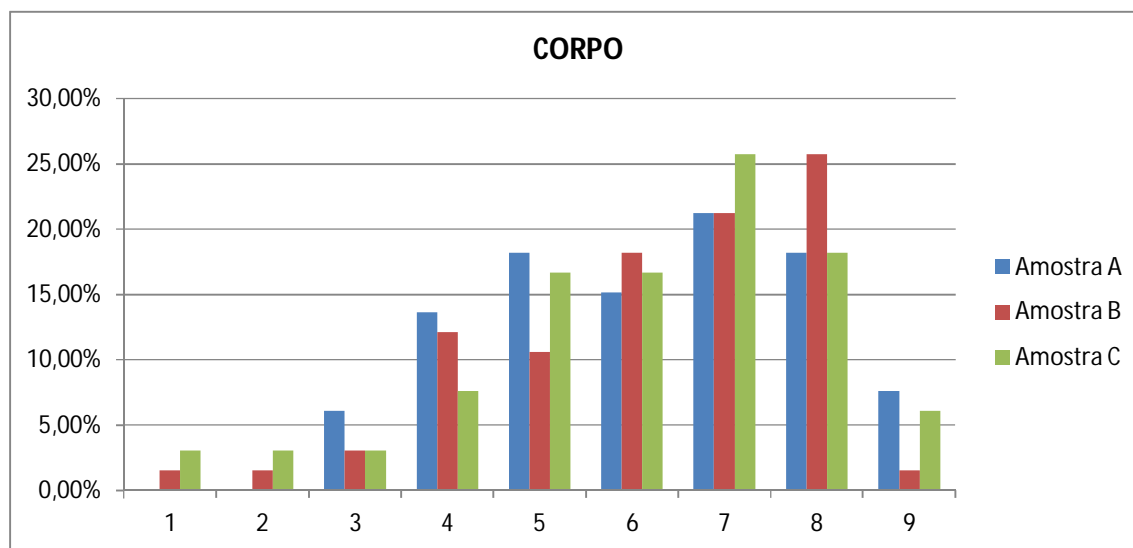
Fonte: Elaborada pela autora.

As respostas referentes ao atributo sabor apresentaram distribuição entre todos os níveis da escala e uma maior divergência entre os resultados de cada amostra. Cada amostra apresentou maior frequência de respostas numa categoria diferente da escala. A amostra A obteve maior frequência de respostas na categoria 8 da escala (21,21%), correspondente a “gostei muito”. A amostra B alcançou maior frequência na categoria 7 da escala (22,72%), correspondente a “gostei moderadamente”. A amostra C recebeu maior número de respostas na categoria 4 da escala (24,24%), correspondente a “desgostei ligeiramente”.

A média do percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo), das amostras, situou-se em torno 60%, indicando um nível de aceitação do sabor dessas amostras.

As respostas obtidas na avaliação da aceitação do atributo corpo, das amostras de bebida de café coado, são mostradas na Figura 21.

Figura 21 – Histograma de frequência de notas dos julgadores para aceitação do corpo das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité) C (100% arábica, amostra comercial).



Fonte: Elaborada pela autora.

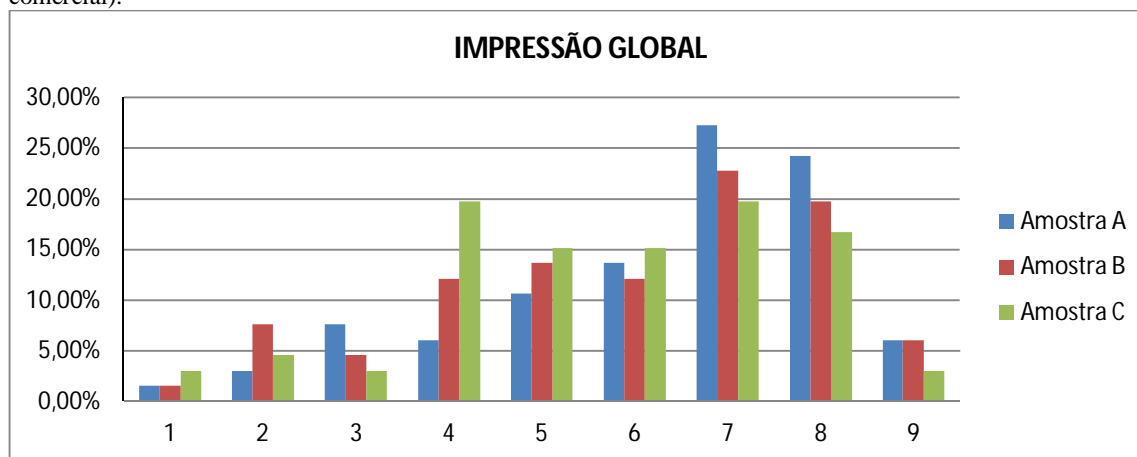
Avaliando-se a frequência de respostas hedônicas para o atributo corpo, verifica-se a distribuição das respostas entre todas as categorias da escala com maior acumulação entre as categorias referentes a gostar (6-9). A amostra A obteve maior frequência de respostas na categoria 7 da escala (21,21%), correspondente a “gostei moderadamente”. No entanto, a amostra B alcançou maior frequência na categoria 8 da escala (25,75%), correspondente a “gostei muito”. A amostra C recebeu maior número de respostas na categoria 7 da escala correspondente a gostei moderadamente (25,75%).

O percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo), de cada amostra, situou-se em 62% para a amostra A e as amostras A e B acumularam praticamente o mesmo percentual de respostas entre as categorias de gostar da escala hedônica, 66%.

Observando a Figura 22, avaliação hedônica do atributo impressão global verifica-se que as amostras A, B e C alcançaram os maiores percentuais na nota 7 correspondente a gostei moderadamente, 27,27%, 22,72% e 19,69%, respectivamente. A amostra C (comercial) obteve menor percentual em relação às amostras do Maciço de

Baturité. Também apresentou alta frequência, 19,69%, na nota 4 correspondente a desgostei ligeiramente na faixa de rejeição da escala.

Figura 22 – Histograma de frequência de notas dos julgadores para aceitação da impressão global das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).



Fonte: Elaborada pela autora.

As médias e os respectivos desvios padrão das respostas hedônicas, para cada atributo, podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias e resultados da ANOVA ($p \leq 0,05$) das três amostras de bebida de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).

Formulações	Aroma	Cor	Sabor	Corpo	Impressão Global
A	6,32 ± 1,43 ^a	6,94 ± 1,42 ^b	5,83 ± 2,17 ^a	6,12 ± 1,69 ^a	6,26 ± 1,91 ^a
B	6,48 ± 1,77 ^a	7,20 ± 1,28 ^b	5,51 ± 2,15 ^a	6,17 ± 1,76 ^a	5,89 ± 2,06 ^a
C	6,57 ± 1,70 ^a	7,65 ± 1,17 ^a	5,37 ± 2,11 ^a	6,11 ± 1,89 ^a	5,63 ± 1,94 ^a

Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei muitíssimo

a Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente ($p > 0,05$)

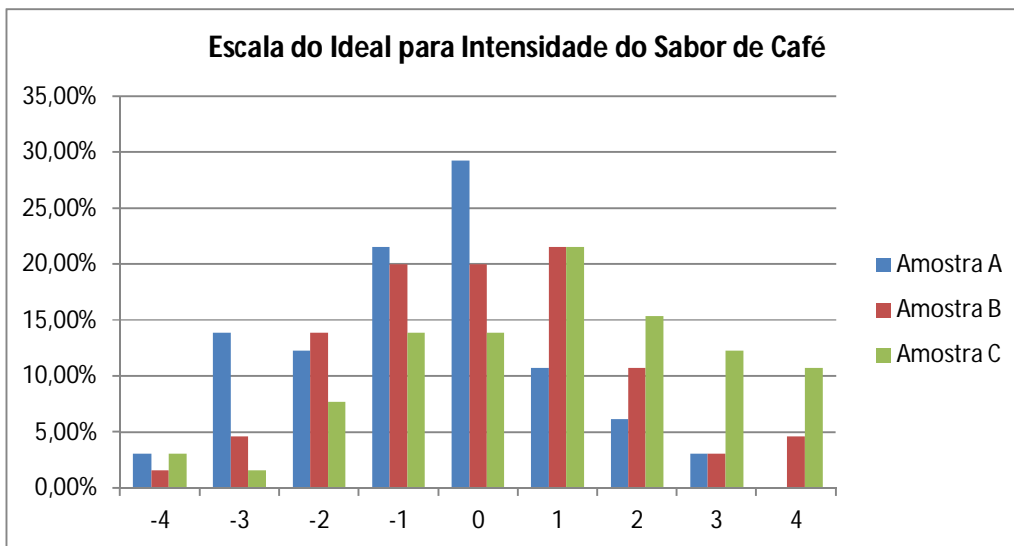
Fonte: Elaborada pela autora.

As médias das respostas da aceitação das amostras para os atributos e aroma, sabor, corpo e impressão global não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$), diferindo apenas no atributo de cor.

Teste de escala do ideal

A partir dos dados obtidos foi construído um gráfico na forma de barras, que relaciona cada amostra com a quantidade percentual de pontuações obtidas na escala do ideal. A Figura 23 apresenta os resultados obtidos:

Figura 23 – Resultados do teste de escala do ideal para intensidade do sabor de café.



Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 23 mostra a distribuição de respostas (%) para cada amostra avaliada no teste, sendo (-4= extremamente menos forte que o ideal e +4= extremamente mais forte que o ideal). Verifica-se que a amostra A apresentou o sabor de café menos forte do que o ideal, já que a maioria das respostas foi localizada nessa faixa de intensidade. A intensidade do sabor de café foi considerada ideal por 29% dos provadores. Estes resultados indicam que há necessidade de melhorar a formulação da bebida, o que pode ser feito através do aumento da massa de café.

Com relação à amostra B, 20% dos provadores consideraram o sabor de café ideal. Houve uma distribuição balanceada entre os valores acima e abaixo do ideal de intensidade de sabor de café. As maiores frequências encontraram-se mais próximas do ideal: 21% para ligeiramente mais forte que o ideal e 20% para ligeiramente menos forte que o ideal. A amostra C apresentou apenas 14% de respostas para ideal, apresentando maior frequência de respostas na faixa mais forte que o ideal.

Portanto, no teste de escala do ideal os histogramas de frequência mostraram que todas as amostras obtiveram percentuais inferiores a 70% na categoria ideal, mínimo necessário para considerar o atributo ideal. A amostra A apresentou sabor de café menos forte que o ideal, já que as frequências concentraram-se na faixa negativa da escala. A amostra foi a que B mais se aproximou da intensidade ideal do sabor de café, pois 20% considerou ideal, 20% ligeiramente mais forte que o ideal e 20% ligeiramente mais fraco que o ideal. A amostra C obteve frequências maiores na faixa positiva da escala, indicando que a amostra encontra-se mais forte que o ideal.

Teste de ordenação

Pela tabela de Newell e Mac Farlane, a diferença crítica entre os totais de ordenação a nível de 5% de significância, para 66 julgadores e 3 amostras é de 50. Assim, todas as amostras que diferirem entre si por um valor maior ou igual a 50 são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Os resultados obtidos estão mostrados na Tabela 4:

Tabela 4 – Diferença crítica dos totais ordenados de preferência dos julgadores em relação às três amostras de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).

AMOSTRAS	Diferença entre totais ordenados	Diferença crítica
A-B	142-133	9 ^{n.s.}
B-C	133-121	12 ^{n.s.}
C-A	121-142	21 ^{n.s.}

n.s. = não significativo

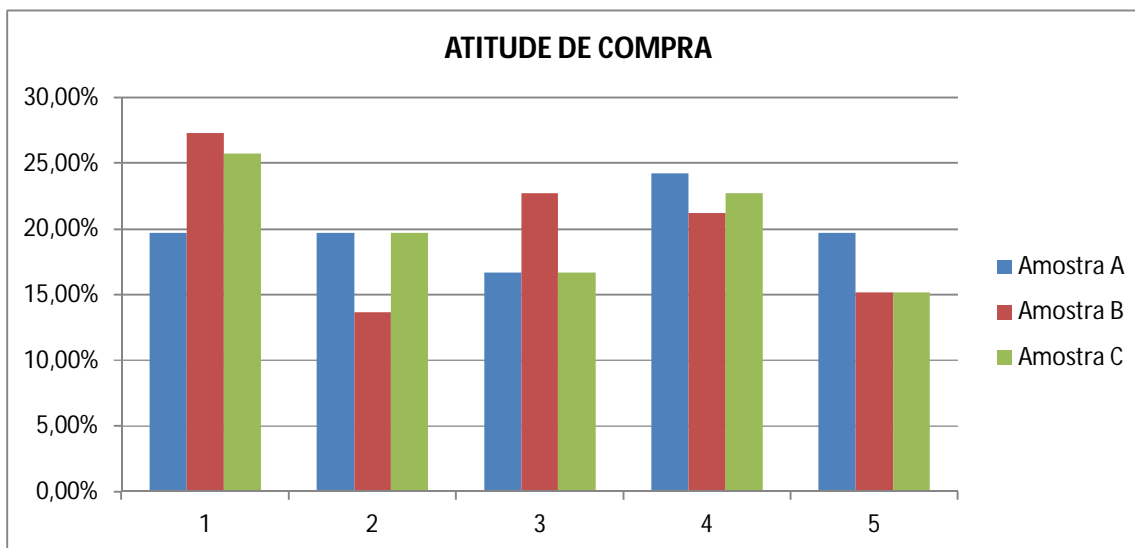
Fonte: Elaborada pela autora.

Observando a Tabela 4, verifica-se que as amostras do Maciço de Baturité (A e B) alcançaram maiores valores de total ordenado de preferência em relação à amostra comercial, porém as amostras não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Atitude de compra

Os percentuais das respostas dos provadores para a atitude de compra destes em relação às três amostras de bebida de café são mostrados na Figura 24:

Figura 24 – Histograma de frequência da atitude de compra das bebidas de café A (100% arábica, Maciço de Baturité), B (100% arábica, Maciço de Baturité), C (100% arábica, amostra comercial).



Fonte: Elaborada pela autora.

As respostas para a atitude de compra do consumidor frente às amostras, indicam que a categoria em que a amostra A recebeu o maior percentual de respostas (24,24%) foi a 4, correspondente a “provavelmente compraria”. As amostras B e C acumularam mais respostas 27,27% e 25,75%, respectivamente, na categoria 1, equivalente a “certamente não compraria”.

Os totais de percentuais de respostas entre as categorias de compra do produto (5=certamente compraria e 4=provavelmente compraria) para as amostras A, B e C são 44%, 36% e 38%, respectivamente, enquanto que para as categorias de compra do produto (1=certamente não compraria e 2=provavelmente não compraria) foram 39%, 41% e 45% respectivamente.

4.4 Análise sensorial para otimização da bebida de café com extrato hidrossolúvel de amêndoa da castanha de caju

O planejamento experimental obteve 12 amostras as quais foram analisadas sensorialmente para obter-se a otimização da formulação.

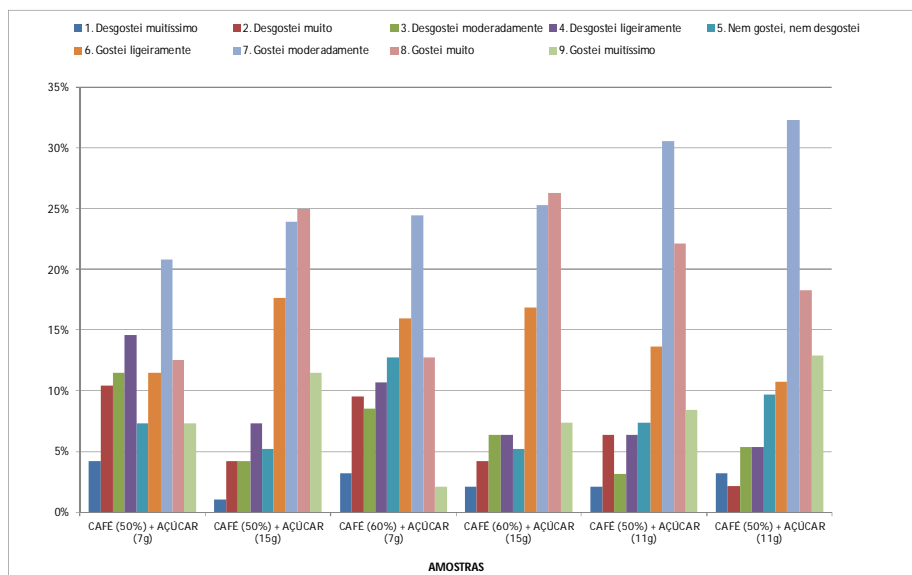
Análises descritivas

Os resultados foram apresentados através de análise descritiva baseada na distribuição de frequências e apresentação das notas apresentadas pelos 96 provadores nas variáveis: impressão global, aroma, cor, sabor, amargor e corpo. Cada variável foi analisada em dois grupos de seis amostras para melhor visualização dos resultados.

Análise de impressão global

Nos resultados obtidos nas seis primeiras amostras de 1 a 6, referentes ao café considerando a impressão global, foram observados que a maioria dos provadores afirma ter gostado moderadamente das formulações avaliadas, Figura 25.

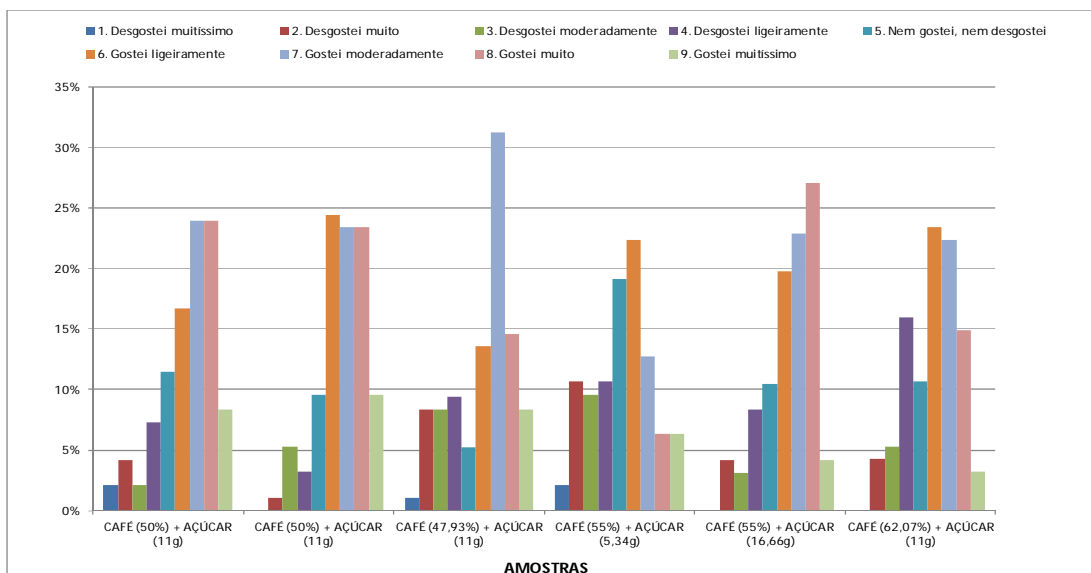
Figura 25 – Frequência da impressão global referente às amostras de 1 a 6.



Fonte: Elaborada pela autora.

Nas seis últimas amostras de 7 a 12, existe uma boa aceitação para a impressão global, pois os provadores concentraram suas notas entre gostei ligeiramente e gostei muito, como se observa na Figura 26.

Figura 26 – Frequência da impressão global referente às amostras de 7 a 12.

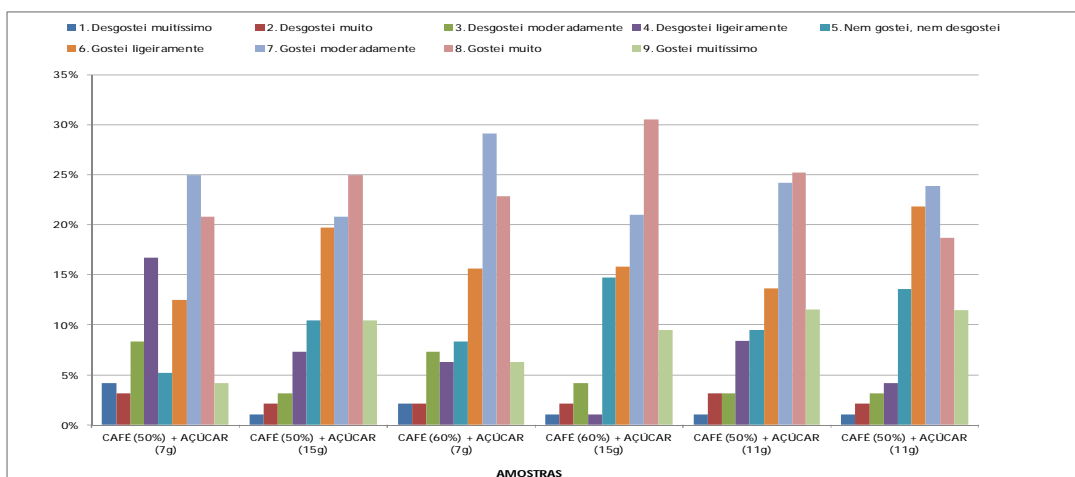


Fonte: Elaborada pela autora.

Análise de Aroma

Em relação ao aroma, as notas das seis primeiras amostras apresentam uma aceitação positiva, tendo maior frequência nas opções: gostei moderadamente e gostei muito. As notas aplicadas nas seis últimas amostras sugerem a opção “gostei moderadamente” ou “gostei muito”, Figura 27.

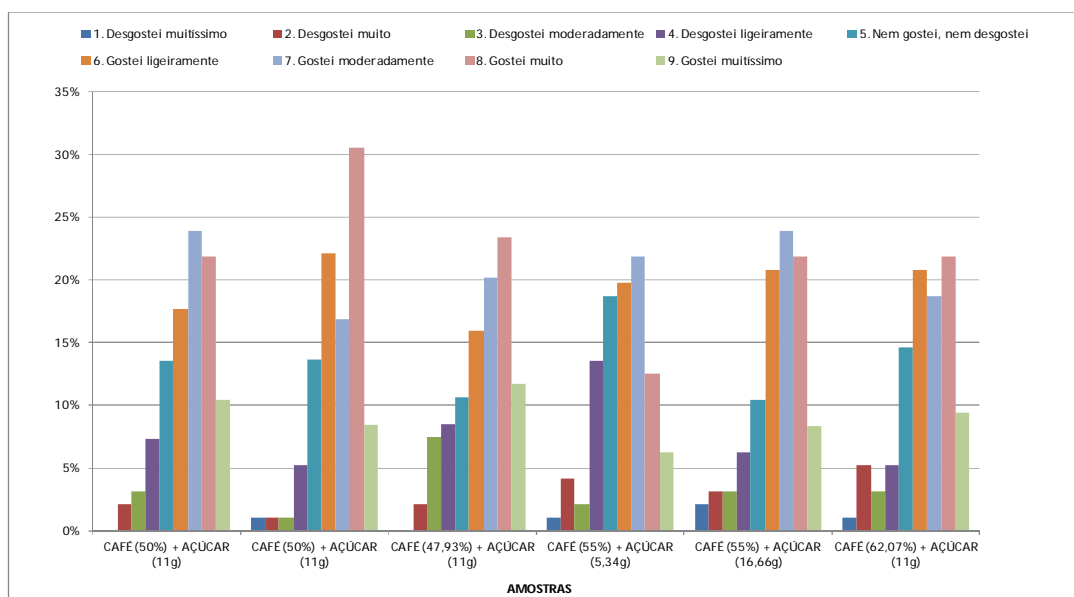
Figura 27 – Frequência da variável aroma referente às amostras de 1 a 6.



Fonte: Elaborada pela autora.

Também foi observado que na amostra 8 teve maior quantidade de provadores que gostaram muito dessa formulação, Figura 28.

Figura 28 – Frequência da variável aroma referente às amostras de 7 a 12

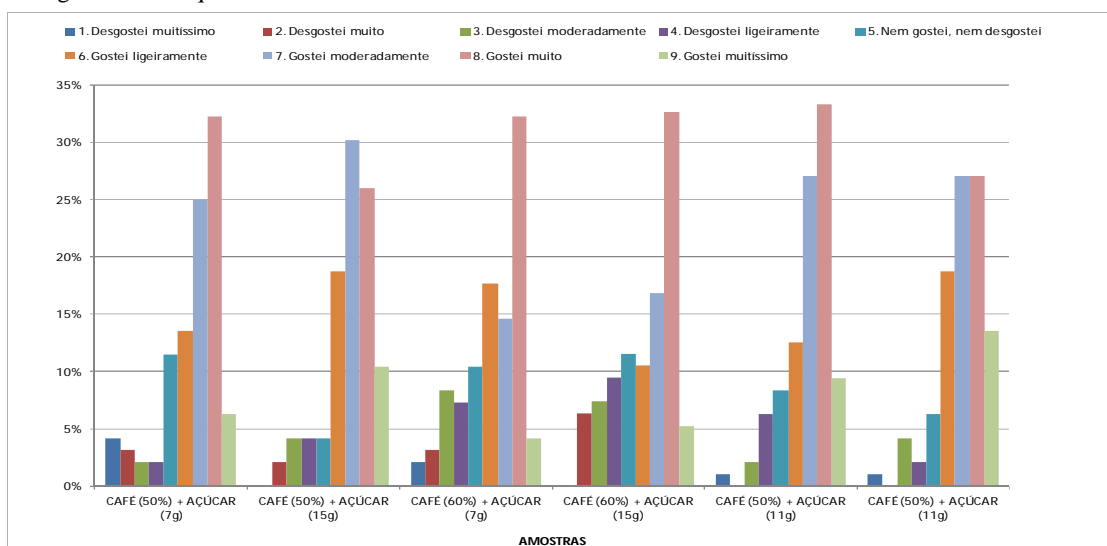


Fonte: Elaborada pela autora.

Análise de Cor

Ao analisar-se a cor nas seis primeiras amostras, destacou-se a nota “gostei muito” na maioria das amostras, Figura 29.

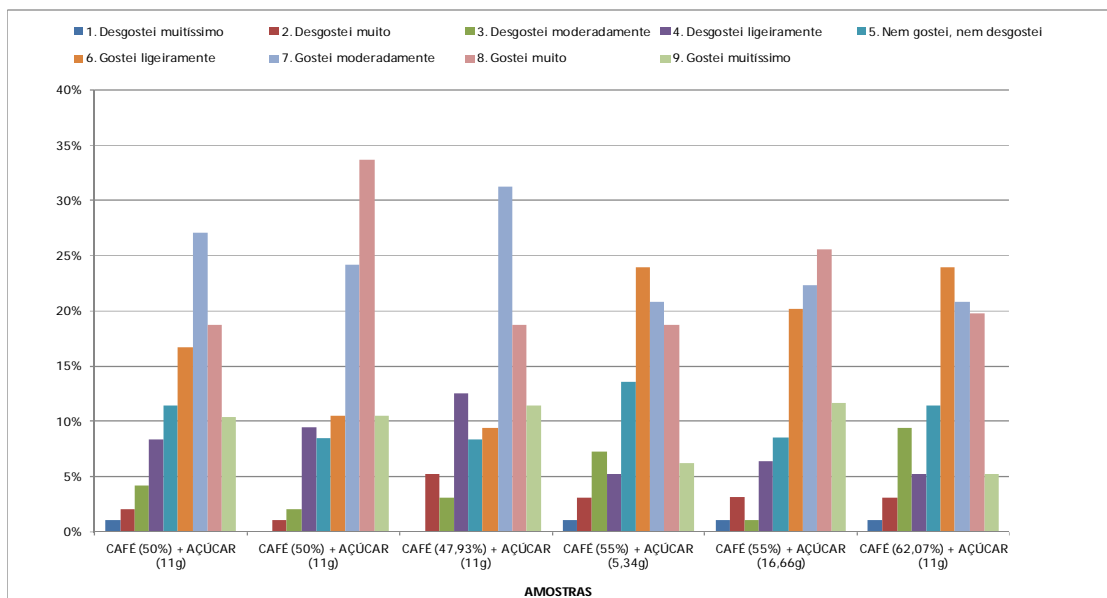
Figura 29 – Frequência da variável Cor referente às amostras de 1 a 6.



Fonte: Elaborada pela autora

Nas seis últimas (amostras 7 à 12), a frequência mais evidente é na opção “gostei muito” que ocorre na amostra 8, Figura 30.

Figura 30 – Frequência da variável Cor referente às amostras de 7 a 12.

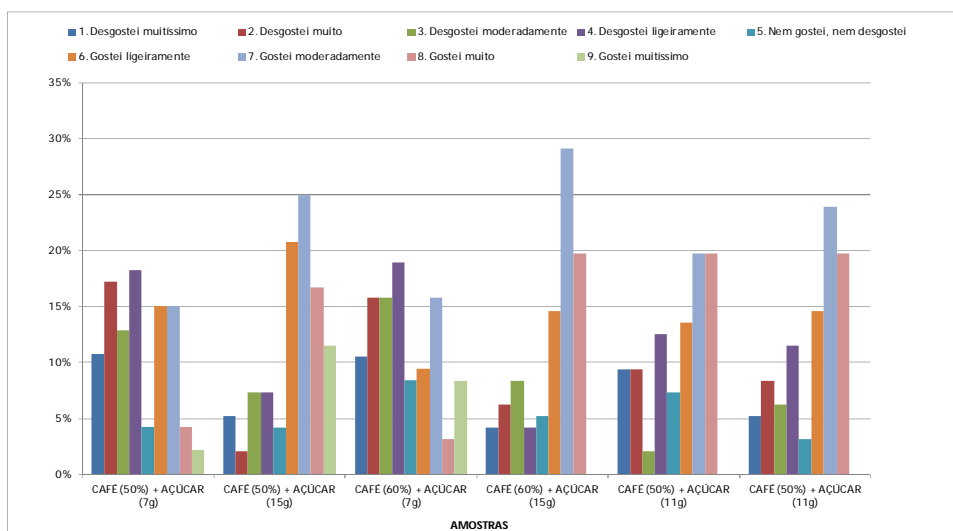


Fonte: Elaborada pela autora.

Análise de Sabor

A nota “gostei moderadamente” dada pelos provadores para o sabor do café na proporção de 60% acrescido de 15% de açúcar, foi a mais frequente dentre as seis primeiras amostras, Figura 31

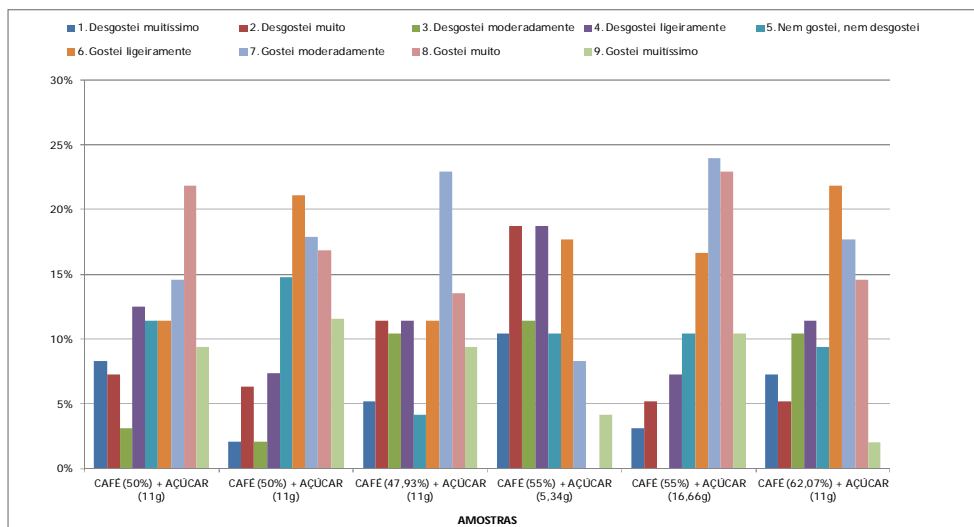
Figura 31 – Frequência da variável sabor referente às amostras de 1 a 6



Fonte: Elaborada pela autora.

Nas amostras 9 e 11 foi observado que a maior frequência de respostas dos provadores ocorreu na opção “gostei moderadamente” com relação ao sabor do café. Observa-se também que na opção “gostei muito” a amostra 11 teve a maior frequência neste atributo, Figura 32.

Figura 32 – Frequência da variável Sabor referente às amostras de 7 a 12.

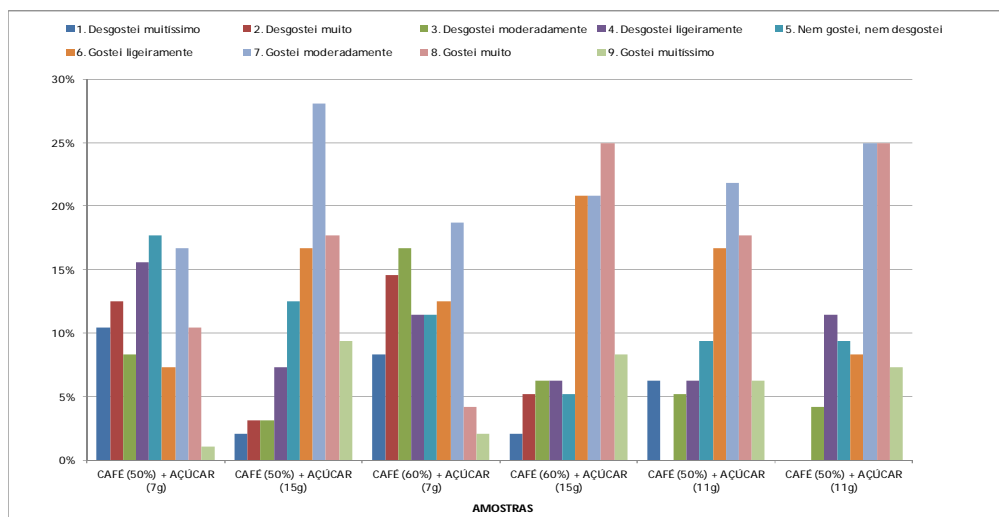


Fonte: Elaborada pela autora.

Análise de Amargor

Em relação ao amargor, as notas das seis primeiras amostras apresentam maior aceitação na amostra 2 com a qualificação “gostei moderadamente”, Figura 33.

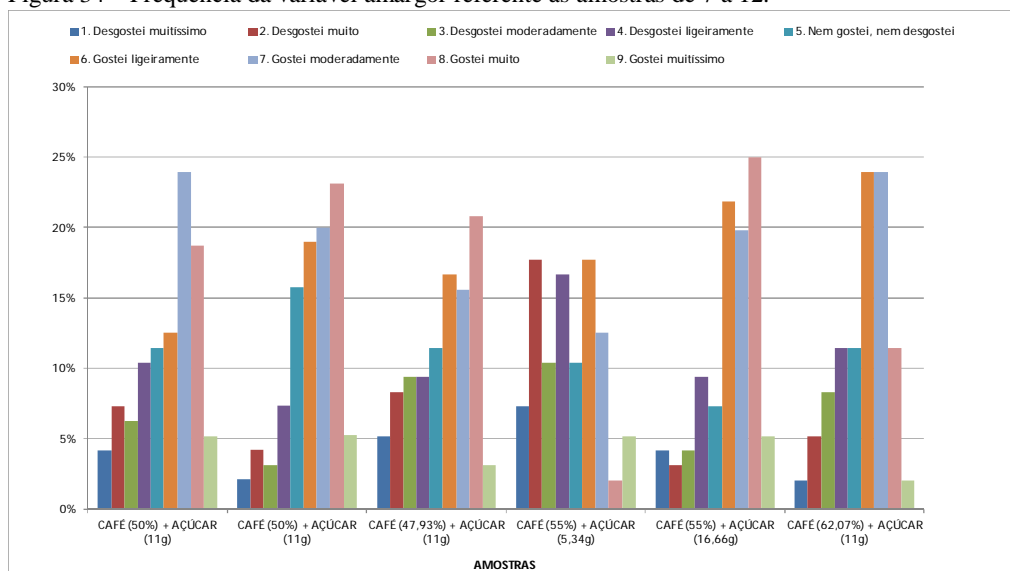
Figura 33 – Frequência da variável Amargor referente às amostras de 1 a 6.



Fonte: Elaborada pela autora.

As notas aplicadas nas seis últimas amostras estão mais tendenciosas para notas positivas a partir da opção “gostei moderadamente” nas amostras 7, 8 e amostras 11 e 12, Figura 34.

Figura 34 – Frequência da variável amargor referente às amostras de 7 a 12.

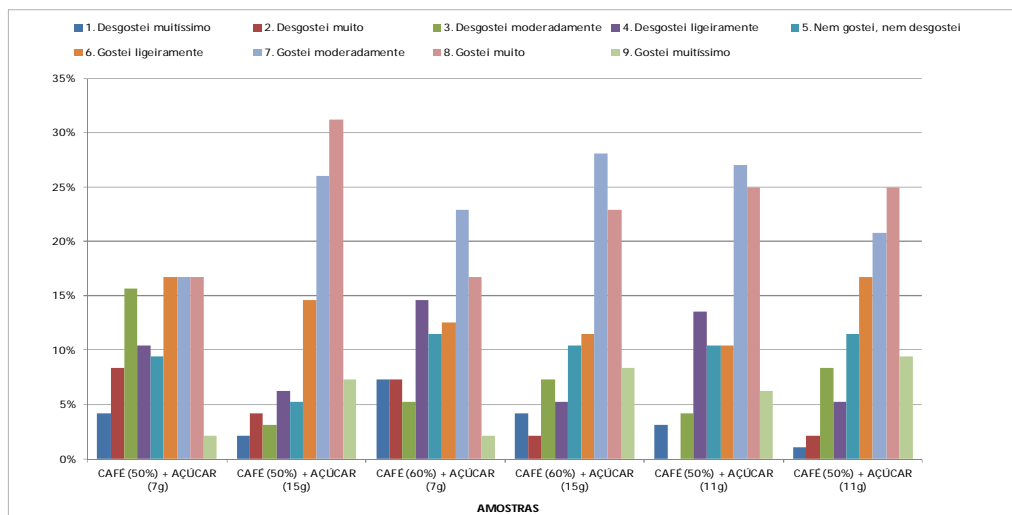


Fonte: Elaborada pela autora.

Análise de Corpo

Considerando as primeiras amostras, a opção mais frequente foi “gostei muito”, ocorrendo na amostra 2, Figura 35. No entanto, também pode ser observado que as amostras de 4 a 6 apontam uma tendência mais uniforme tanto na opinião “gostei moderadamente” com na “gostei muito”.

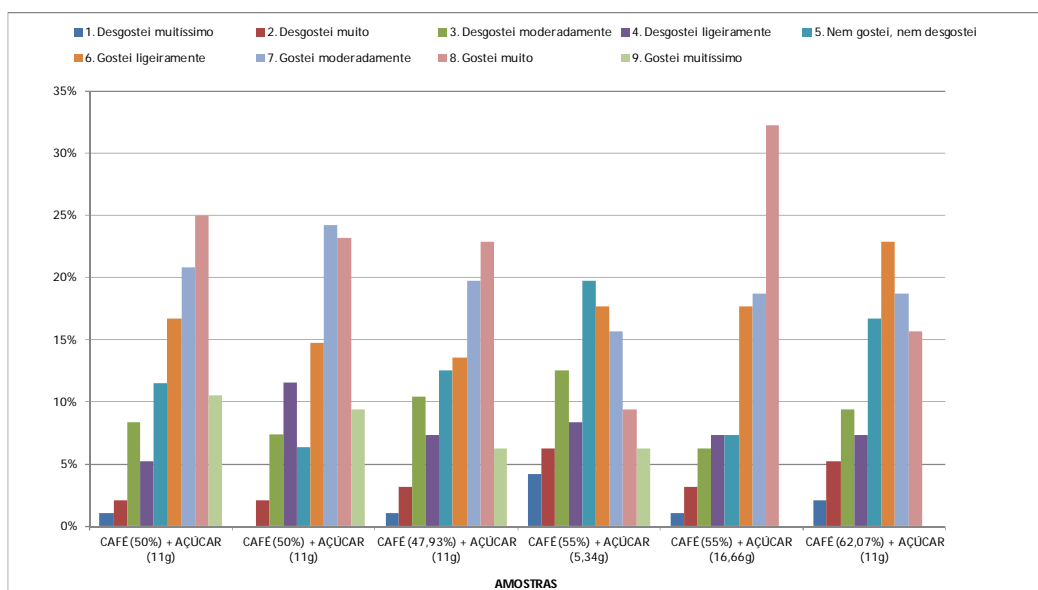
Figura 35 – Frequência da variável Corpo referente às amostras de 1 a 6.



Fonte: Elaborada pela autora.

A formulação 11 foi qualificada pela maioria dos provedores com a opção “gostei muito” em relação à variável corpo, Figura 36.

Figura 36 – Frequência da variável Corpo referente às amostras de 7 a 12.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.5 Análise dos modelos de superfícies de resposta

São apresentados os resultados referentes às análises dos modelos de superfícies de resposta, com o objetivo de encontrar o ponto ótimo para cada variável considerada.

4.5.1 Análise das variáveis físico-químicas

4.5.1.1 Análise da variável resposta cor, coordenada L*

Fazendo a análise do modelo de segunda ordem para variável cor da coordenada L*, obtêm-se o seguinte resultado para os coeficientes do modelo na Tabela 5:

Tabela 5 – Análise de variância para a variável cor, coordenada L*, baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª Ordem	2	0,3919	0,1960	0,9088	0,4521
Café	1	0,3901	0,3901	1,8094	0,2272
Açúcar	1	0,0018	0,0018	0,0083	0,9302
Iteração	1	0,2467	0,2467	1,1439	0,3259
Termos de 2ª Ordem	2	1,1379	0,5690	2,6385	0,1506
Café²	1	0,1077	0,1077	0,4995	0,5062
Açúcar²	1	1,0302	1,0302	4,7783	0,0715
Resíduo	6	1,2938	0,2156	-	-
Falta de ajuste	3	1,0422	0,3474	4,1426	0,1368
Erro puro	3	0,2516	0,0839	-	-

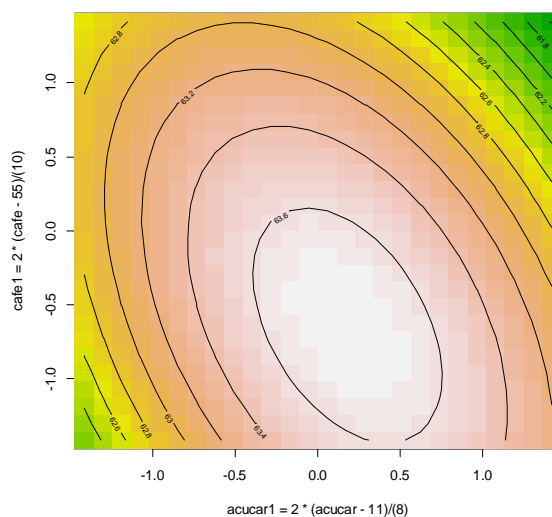
Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com a tabela 5, observa-se que o único termo significativo (se considerarmos um nível de significância de 10%) para o modelo de segunda ordem é o termo quadrático relativo ao fator açúcar. Com isso podemos concluir que somente a variável açúcar

tem uma contribuição significativa para variável resposta cor da coordenada L*, admitindo um nível de significância superior a 7,15%. A mesma tabela mostra que não é detectada falta de ajuste (valor $p = 0,1368$), o que indica que o ponto ótimo deve estar na região explorada.

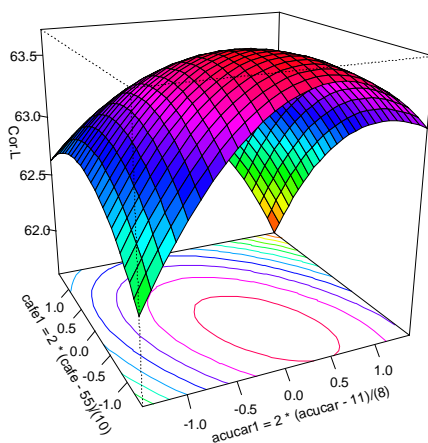
A Figura 37 e Figura 38 mostram, respectivamente, os gráficos de contorno e superfície, referente à variável cor da coordenada L*.

Figura 37 – Gráfico de contorno da variável resposta cor, coordenada L* para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 38 – Gráfico de superfície da variável resposta cor, coordenada L* para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Esta análise forneceu como ponto que maximiza a variável cor coordenada L*, valores diferentes dos encontrados nas amostras avaliadas para os fatores café e açúcar:

Café: 51, 8032 %

Açúcar: 11, 7161 g.

4.5.1.2 Análise da variável resposta cor, coordenadas a e b**

*Análise da variável resposta coordenada a**

A análise do modelo de segunda ordem para a variável cor, coordenada a*, resultou em nenhum efeito significativo, o que pode ser observado na Tabela 6.

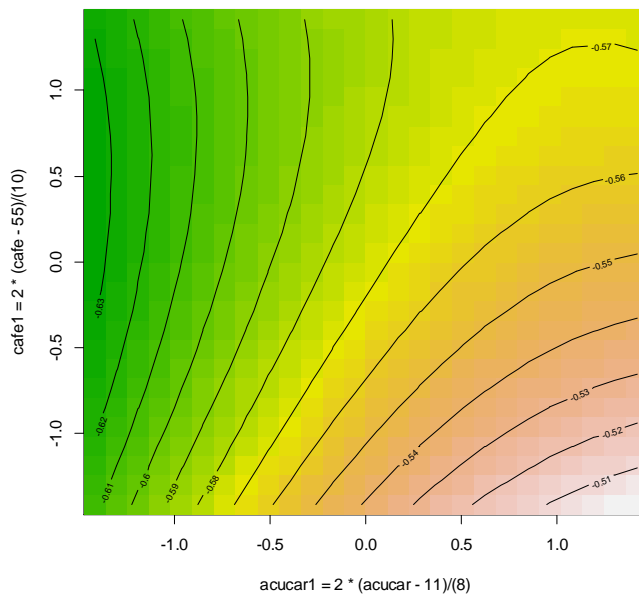
Tabela 6 – Análise de variância para a variável cor, coordenada a*, baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª Ordem	2	0,0089	0,0045	0,3516	0,7171
Café	1	0,0019	0,0019	0,1491	0,7127
Açúcar	1	0,0070	0,0070	0,5541	0,4848
Iteração	1	0,0002	0,0002	0,014	0,9097
Termos de 2ª Ordem	2	0,0009	0,0005	0,0361	0,9647
Café²	1	0,0004	0,0004	0,0336	0,8606
Açúcar²	1	0,0005	0,0005	0,0386	0,8507
Resíduo	6	0,0762	0,0127	-	
Falta de ajuste	3	0,0072	0,0024	0,1046	0,9519
Erro puro	3	0,0690	0,0230	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

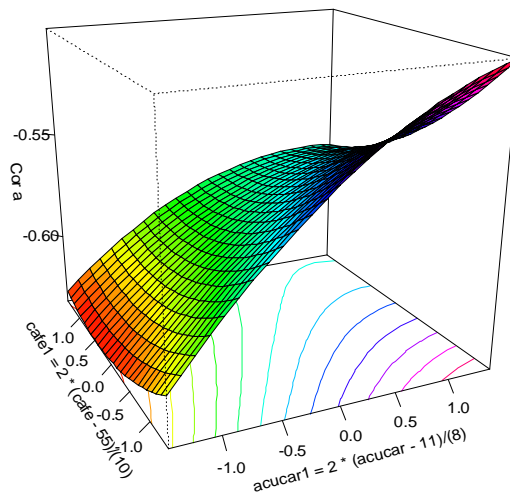
Não foi possível encontrar o ponto ótimo para esta variável, o que pode ser observado nas Figuras 39 e 40:

Figura 39 – Gráfico de contorno da variável resposta cor, coordenada a^* , para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 40 – Gráfico de superfície da variável resposta cor, coordenada a^* , para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Análise da variável resposta cor, coordenada b*

Da mesma forma que para a variável cor, coordenada a*, não houve efeito significativo a 5% ou 10%, para a variável cor, coordenada b*, na análise do modelo de segunda ordem, o que pode ser verificado pelos resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 07 – Análise de variância para a variável cor, coordenada b*, baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª					
Ordem	2	0,1570	0,0785	1,7042	0,2594
Café	1	0,1220	0,1220	2,6481	0,1548
Açúcar	1	0,0350	0,0350	0,7604	0,4167
Iteração	1	0,0230	0,0230	0,4993	0,5063
Termos de 2ª					
Ordem	2	0,0741	0,0370	0,8041	0,4905
Café²	1	0,0022	0,0022	0,0479	0,8340
Açúcar²	1	0,0719	0,0719	1,5604	0,2581
Resíduo	6	0,2764	0,0461	-	-
Falta de ajuste	3	0,0674	0,0225	0,3223	0,8114
Erro puro	3	0,2091	0,0697	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

Com base nos resultados encontrados, o ponto ótimo (máximo) encontrado para a variável cor, coordenada b*, corresponde aos níveis:

Café: 40,76 %

Açúcar: 16,33g

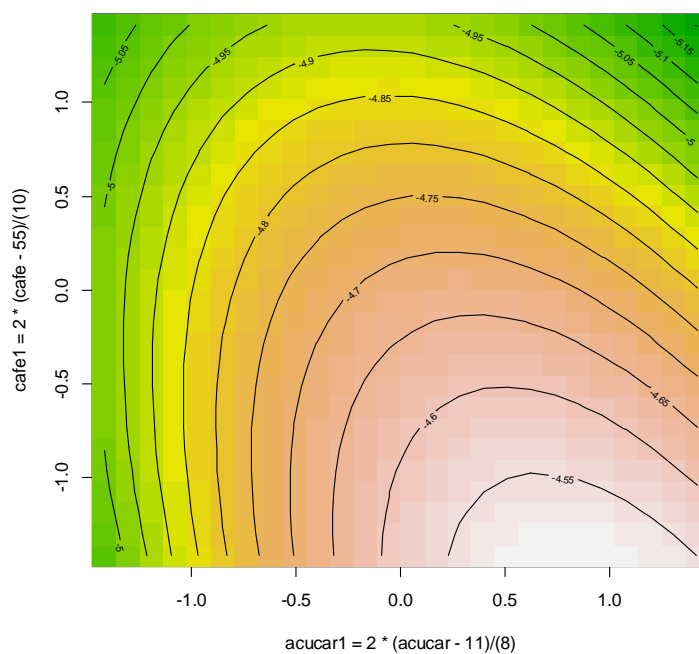
Ressalta-se que, sendo os fatores não significativos, a mudança de valor na variável em estudo é muito pequena, quando muda-se o nível dos fatores, o que pode ser observado na tabela 8 e nas Figuras 41 e 42:

Tabela 8 – Pontos de caminho de maior subida e estimativa para a variável cor, coordenada b*.

Café (%)	Estimativa	
	Açúcar(g)	de Cor b
55,000	11,000	-4,679
52,765	11,896	-4,615
50,500	12,748	-4,561
48,235	13,592	-4,519
45,960	14,428	-4,488
43,680	15,264	-4,468
41,415	16,092	-4,460
39,145	16,916	-4,462
36,860	17,748	-4,476
34,590	18,576	-4,500
32,340	19,392	-4,535

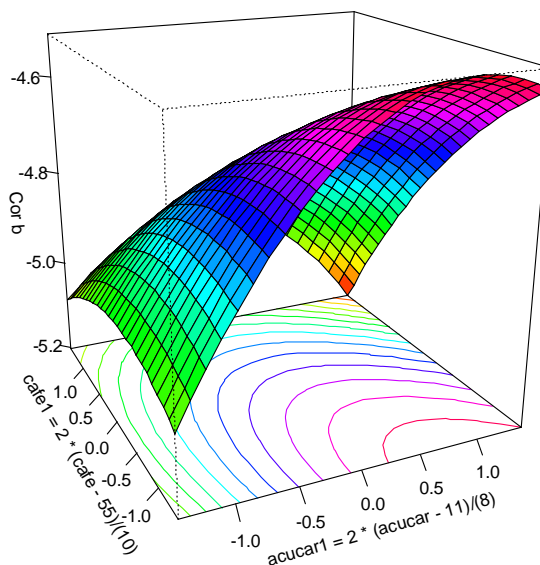
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 41– Gráfico de contorno da variável resposta cor, coordenada b* para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 42 – Gráfico de superfície da variável resposta cor, coordenada b*, para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.1.3 Análise da variável resposta pH

Ajustando-se o modelo de segunda ordem observa-se que o termo de segunda ordem representado pela variável açúcar mostra-se significativo no valor próximo ao do ponto central do planejamento experimental, ou seja, da mesma forma que a variável cor, coordenada L*, o fator açúcar contribui significativamente para a variável pH, admitindo um nível de significância superior a 12%. Os resultados estão na Tabela 9:

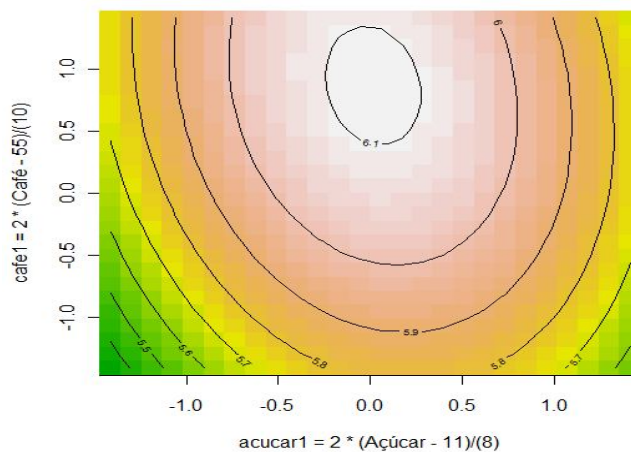
Tabela 9 – Análise de variância para a variável pH baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª Ordem	2	0,0825	0,0412	0,6063	0,5757
Café	1	0,0733	0,0733	1,0772	0,3393
Açúcar	1	0,0092	0,0092	0,1354	0,7255
Iteração	1	0,0042	0,0042	0,0621	0,8115
Termos de 2ª Ordem	2	0,2247	0,1124	1,6523	0,2681
Café²	1	0,0020	0,0020	0,0300	0,8682
Açúcar²	1	0,2227	0,2227	3,2744	0,1203
Resíduo	6	0,4080	0,0680	-	-
Falta de ajuste	3	0,3461	0,1154	5,5959	0,0955
Erro puro	3	0,0619	0,0206	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

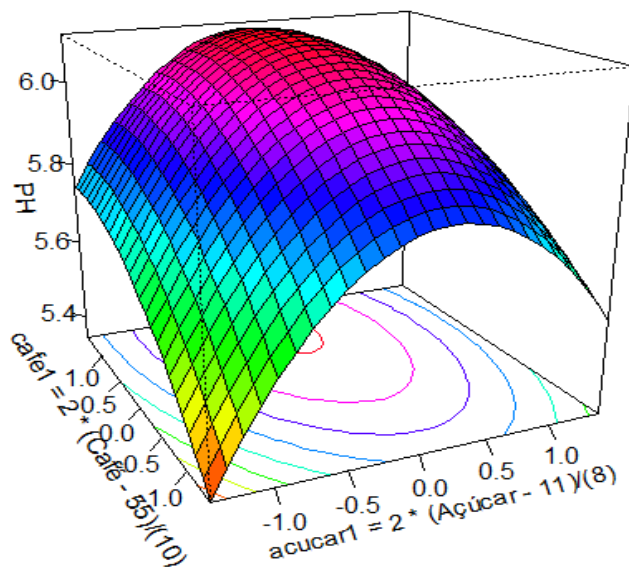
As Figuras 43 e 44 representam os gráficos de contorno e a superfície gerada pelo modelo, em que mostra o ponto que maximiza a função:

Figura 43 – Gráfico de contorno da variável resposta pH para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 44 – Gráfico de superfície da variável resposta pH para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

O ponto que maximiza o pH com relação aos fatores estudados é equivalente às amostras 3 e 4 para o café e ao valor do ponto central para o açúcar:

Café: 59,3389 %

Açúcar: 11,0612 g.

4.5.1.4 Análise da variável resposta °Brix

Tratando-se da variável °Brix, verificou-se significância somente nos termos de 1ª ordem, o que pode ser observado na Tabela 10.

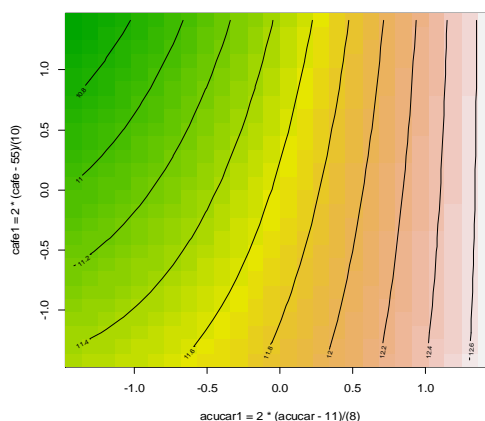
Tabela 10 – Análise de variância para a variável $^{\circ}$ Brix baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem sem iteração.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª Ordem	2	2,8935	1,4468	62,3033	<0,001
Café	1	0,1722	0,1722	7,4165	0,0344
Açúcar	1	2,7213	2,7213	117,1960	<0,001
Iteração	1	0,0400	0,0400	1,7226	0,2373
Termos de 2ª Ordem	2	0,0713	0,0356	1,5340	0,2897
Café ²	1	0,0019	0,0019	0,0797	0,7870
Açúcar ²	1	0,0694	0,0694	2,9888	0,1345
Resíduo	6	0,1393	0,0232	-	-
Falta de ajuste	3	0,1149	0,0383	4,6997	0,1180
Erro puro	3	0,0244	0,0082	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

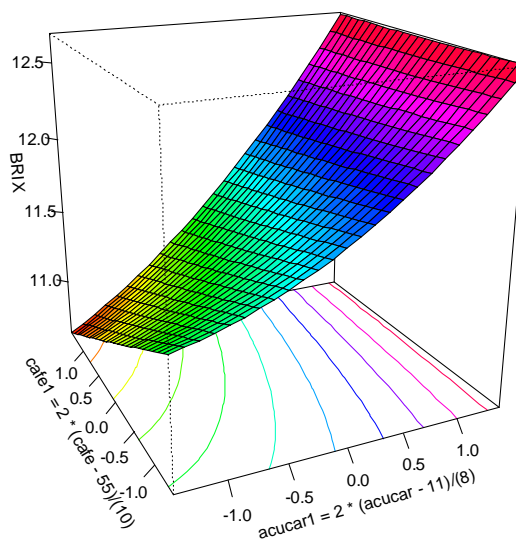
Analisando-se as Figuras 44 e 45, podemos ver o comportamento da variável $^{\circ}$ Brix, observando que a mesma cresce sem podermos identificar o ponto que maximize o modelo proposto. Logo podemos concluir que para a variável $^{\circ}$ Brix não foi encontrado um ponto ótimo relativo aos níveis de café e de açúcar na região estudada.

Figura 45 – Gráfico de contorno da variável resposta pH para o modelo de segunda ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 46 – Gráfico de contorno da variável resposta ⁰Brix para o modelo de 2a ordem..



Fonte: Elaborada pela autora.

A Tabela 11 propõe os pontos para o caminho de maior subida, região na qual deveria ser realizado um próximo experimento para a busca dos níveis do fator estudado que maximizem a variável aqui considerada.

Tabela 11 – Pontos de caminho de maior subida e estimativa para a variável ⁰Brix.

Distância	Variáveis Codificadas		Café	Açúcar	⁰ Brix Estimado
	Café	Açúcar			
0,0	0,0000	0,0000	55,0000	11,0000	11,7060
0,5	-0,1220	0,4850	54,3900	12,9400	12,0060
1,0	-0,2440	0,9700	53,7800	14,8800	12,3070
2,0	-0,4880	1,9400	52,5600	18,7600	12,9080
3,0	-0,7320	2,9090	51,3400	22,6360	13,5090
4,0	-0,9760	3,8790	50,1200	26,5160	14,1100
5,0	-1,2200	4,8490	48,9000	30,3960	14,7120

Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.1.5 Análise da variável resposta viscosidade

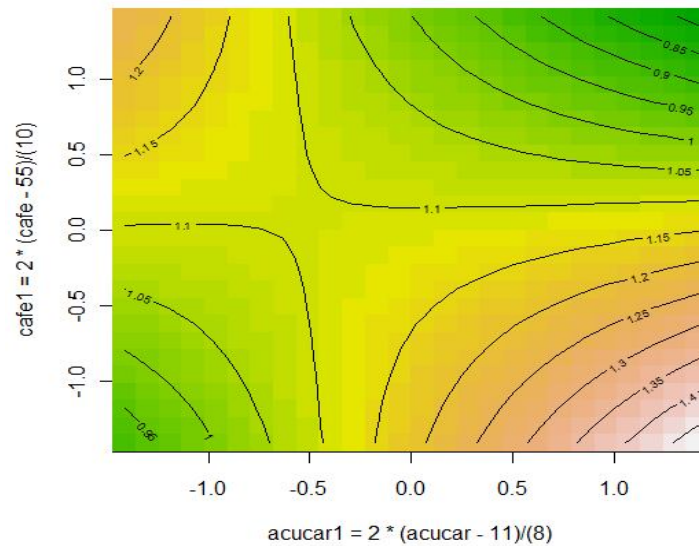
De acordo com a Tabela 12 observa-se que não houve efeitos significativos no modelo de segunda ordem e pelas Figuras 47 e 48 vê-se que não foi possível encontrar ponto ótimo na região estudada.

Tabela 12 – Análise de variância para a variável viscosidade baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Termos de 1ª Ordem	2	0,0366	0,0183	0,6739	0,5445
Café	1	0,0339	0,0339	1,2512	0,3061
Açúcar	1	0,0027	0,0027	0,0977	0,7652
Iteração	1	0,0639	0,0639	2,3571	0,1756
Termos de 2ª Ordem	2	0,0008	0,0004	0,0161	0,9841
Café²	1	0,0006	0,0006	0,0235	0,8832
Açúcar²	1	0,0002	0,0002	0,0086	0,9291
Resíduo	6	0,1627	0,0271	-	-
Falta de ajuste	3	0,0913	0,0304	1,2789	0,4223
Erro puro	3	0,0714	0,0238	-	-

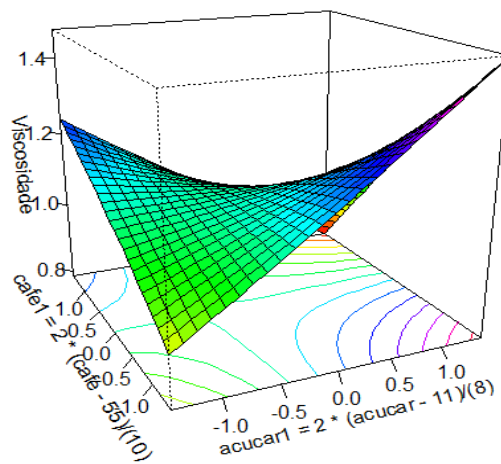
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 47– Gráfico de contorno da variável resposta viscosidade para o modelo de 2a ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 48 – Gráfico de superfície da variável resposta viscosidade para o modelo de 2a ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2 Análise dos atributos sensoriais

4.5.2.1 Análise da variável resposta impressão global

Pela Tabela 13, observa-se que o fator açúcar é significativo tanto no termo de 1ª. ordem quanto no de 2ª. ordem. O termo quadrático do fator café é significativo.

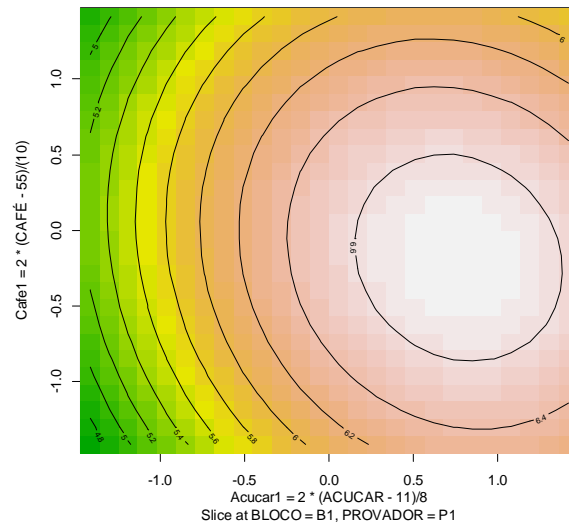
Tabela 13 – Análise de variância para a variável impressão global baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	0,0100	0,0080	0,0039	0,9504
Provedor	95	2120,4100	22,3200	10,4183	<0,0001
Termos de 1ª Ordem	2	162,2800	81,1390	37,8734	<0,0001
Café	1	0,8930	0,8930	0,4169	0,5186
Açúcar	1	161,3870	161,3870	75,3436	<0,0001
Iteração	1	1,9250	1,9250	0,8985	0,3434
Termos de 2ª Ordem	2	80,0800	40,0400	18,6896	<0,0001
Café²	1	22,2330	22,2330	10,3779	0,0013
Açúcar²	1	57,8470	57,8470	27,0013	<0,0001
Resíduo	1037	2221,6600	2,1420	-	-
Falta de ajuste	3	5,0900	1,697	0,7915	0,4987
Erro puro	1034	2216,5700	2,1440	-	-

Fonte: Elaborada pela autora

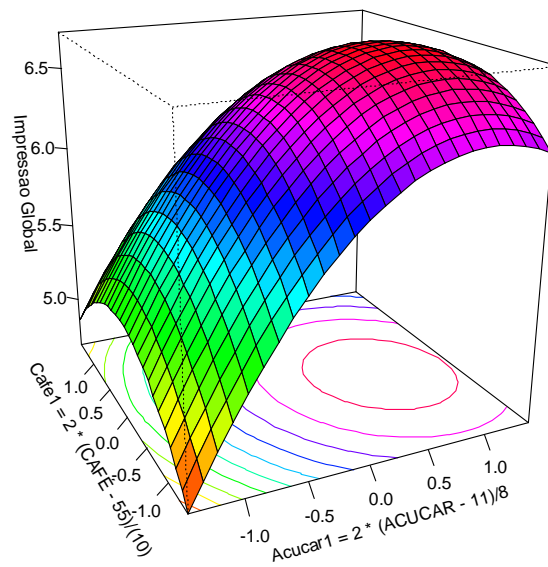
O ponto ótimo para essa variável (máximo) foi encontrado para os níveis 54,09% de café e 14,07g de açúcar, o que está ilustrado nas Figuras 49 e 50. Os valores do ponto ótimo encontrado aproximam-se ao valor do ponto central para o café e das amostras 2 e 4 para o açúcar.

Figura 49 – Gráfico de contorno da variável resposta impressão global para o modelo de 2a ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 50 – Gráfico de superfície da variável resposta impressão global para o modelo de 2a ordem.



Slice at BLOCO = B1, PROVADOR = P1

Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2.2 Análise da variável resposta aroma

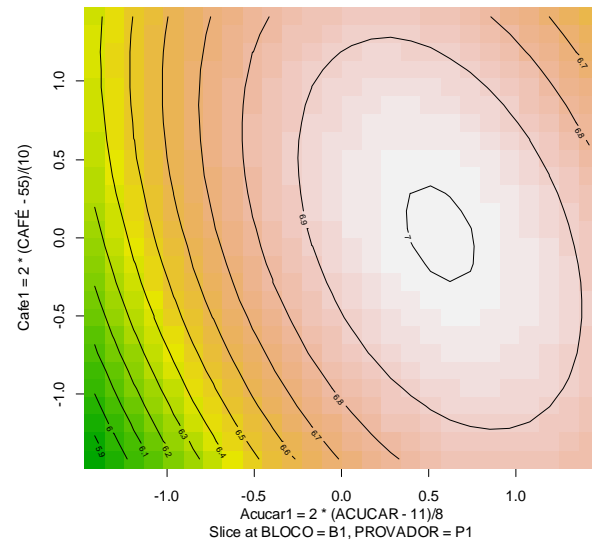
Verifica-se que apenas o fator açúcar é significativo para o modelo, tanto no termo linear quanto no quadrático (Tabela 14). Para este atributo encontrou-se o ponto de máximo na região estudada para os níveis de 55,13% de café e 13,25g de açúcar. Estes valores são equivalentes ao ponto central para o café e um valor intermediário entre o ponto central e a amostra 2 para o açúcar. As Figuras 51 e 52 ilustram o resultado.

Tabela 14 – Análise de variância para a variável aroma baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	0,3400	0,3354	0,1842	0,6679
Provedor	95	1873,7300	19,7235	10,8346	<0,0001
Termos de 1ª Ordem	2	37,6990	18,8496	10,3546	<0,0001
Café	1	2,4630	2,4630	1,3530	0,2466
Açúcar	1	35,2360	35,2360	19,3562	<0,0001
Iteração	1	3,3100	3,3087	1,8175	0,1779
Termos de 2ª Ordem	2	22,7300	11,3652	6,2432	0,0020
Café²	1	1,1000	1,0999	0,6042	0,4320
Açúcar²	1	21,6300	21,6305	11,8822	0,0007
Resíduo	1045	1902,3300	1,8204	-	-
Falta de ajuste	3	11,2500	3,7508	2,0667	0,1030
Erro puro	1042	1891,0700	1,8149	-	-

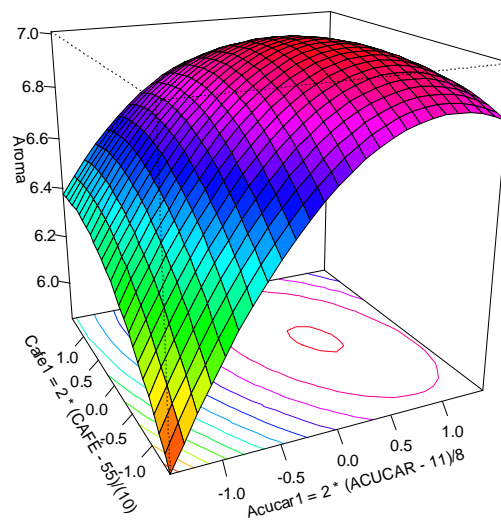
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 51 – Gráfico de contorno da variável resposta aroma para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 52 – Gráfico de superfície da variável resposta aroma para o modelo de 2ª ordem.



Slice at BLOCO = B1, PROVADOR = P1

Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2.3 Análise da variável resposta cor

Ambos os fatores, café e açúcar são significativos para o modelo, o que pode ser observado por meio da Tabela 15. Foi possível encontrar o ponto de máximo para o atributo cor, que foi identificado nos níveis 52,88% de café e 12,85g de açúcar. Estes valores correspondem a um nível intermediário entre os valores das amostras 1 e o ponto central para o café e entre o ponto central e a amostra 2 para o açúcar.

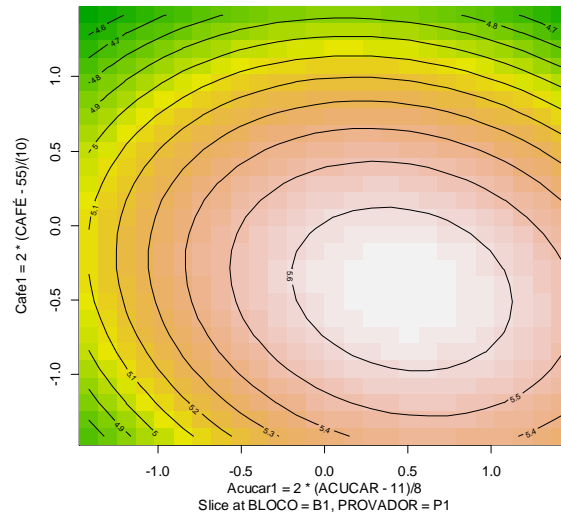
Tabela 15 – Análise de variância para a variável cor baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2a ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	8,3632	8,3632	3,9498	0,0471
Provedor	95	1477,7200	15,5550	7,3464	<0,0001
Termos de 1^a Ordem	2	34,9859	17,4929	8,2617	0,0003
Café	1	22,9420	22,9420	10,8350	0,0010
Açúcar	1	12,0439	12,0439	5,6881	0,0173
Iteração	1	1,5355	1,5355	0,7252	0,3946
Termos de 2^a Ordem	2	43,5700	21,7862	10,2894	<0,0001
Café²	1	27,0800	27,0848	12,7918	0,0004
Açúcar²	1	16,4900	16,4876	7,7869	0,0054
Resíduo	1046	2214,7500	2,1174	-	-
Falta de ajuste	3	6,9900	2,3304	1,1009	0,3478
Erro puro	1043	2207,7600	2,1167	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

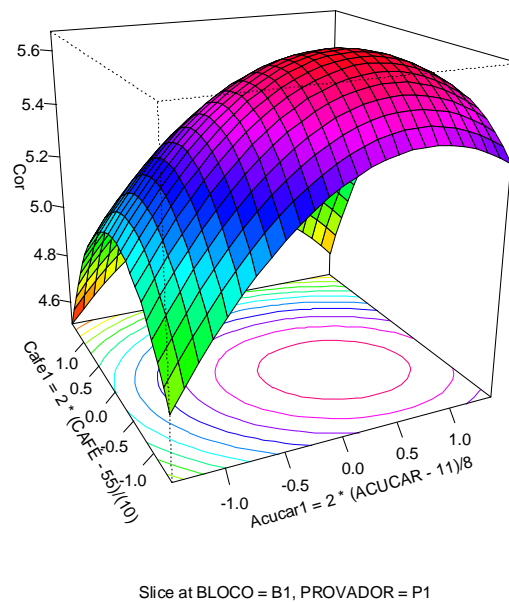
O comportamento da variável a região estudada pode ser observado nas Figuras 53 e 54:

Figura 53 – Gráfico de contorno da variável resposta cor para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 54 – Gráfico de superfície da variável resposta cor para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2.4 Análise da variável resposta sabor

A análise da Tabela 16 indica que para a variável sabor, o fator açúcar é significativo no modelo nos termos de 1ª. e 2ª. ordem e o fator café é significativo apenas no termo de 2ª. ordem.

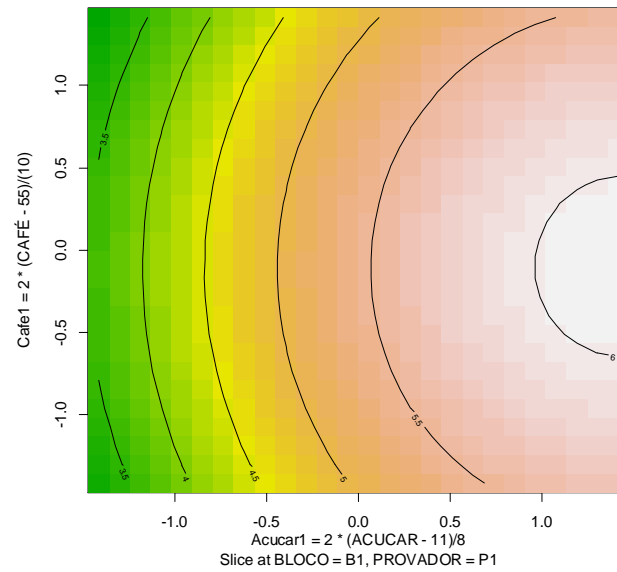
Tabela 16 – Análise de variância para a variável sabor baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2º ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	7,9800	7,9800	2,6851	0,1016
Provedor	95	2571,2500	27,0660	9,1067	<0,0001
Termos de 1ª Ordem	2	581,1600	290,5790	97,7697	<0,0001
Café	1	2,1800	2,1800	0,7335	0,3931
Açúcar	1	578,9800	578,9800	194,8116	<0,0001
Iteração	1	0,0100	0,0090	0,0031	0,9555
Termos de 2ª Ordem	2	74,6770	37,3380	12,5631	<0,0001
Café²	1	18,2900	18,2900	6,1540	0,0133
Açúcar²	1	56,3870	56,3870	18,9722	<0,0001
Resíduo	1045	3105,8200	2,9720	-	-
Falta de ajuste	3	3,9600	1,3180	0,4429	0,7224
Erro puro	1042	3101,8600	2,9770	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

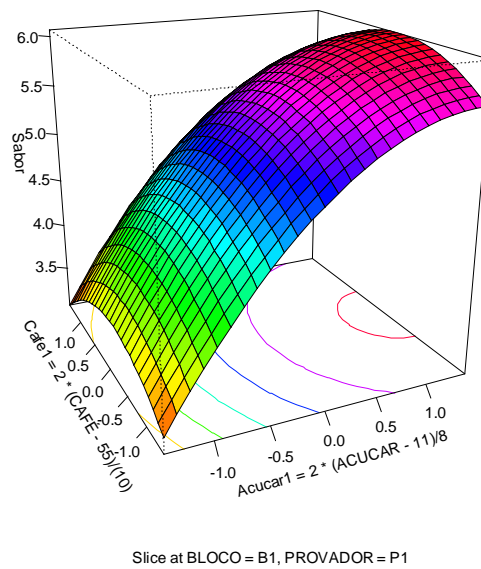
O ponto de máximo para a variável sabor encontrado equivale aos níveis 54,51% de café e 16,75g de açúcar, ponto está que está fora da região aqui estudada, o que pode ser verificado nas Figuras 55 e 56.

Figura 55 – Gráfico de contorno da variável resposta sabor para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 56 – Gráfico de superfície da variável resposta sabor para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2.5 Análise da variável resposta amargor

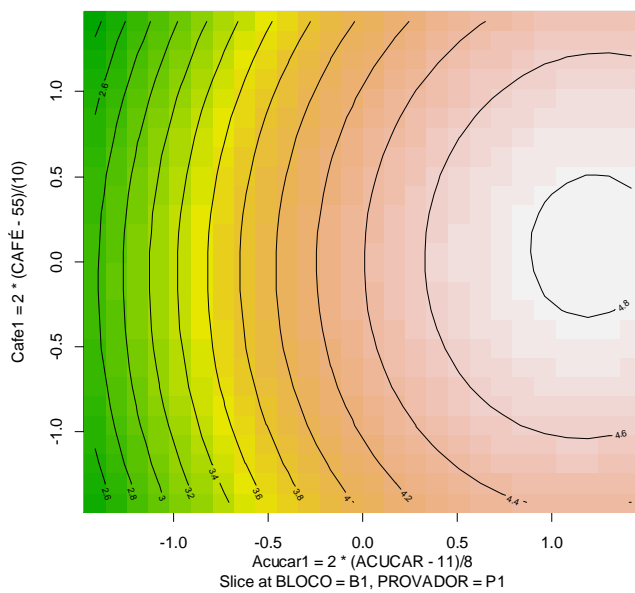
O fator açúcar se apresenta novamente significativo para a variável amargor, tanto no termo linear quanto no quadrático. Por meio do modelo adotado, foi possível encontrar os níveis do fator que levam à resposta máxima para a variável amargor. São eles nível 55,47% de café e 15,83g de açúcar, valores equivalentes ao ponto central para o café e amostra 2 para açúcar. A Tabela 17 apresenta os resultados da análise de variância e as Figuras 57 e 58 apresentam o gráfico de contornos e superfície de respostas gerada pelo modelo.

Tabela 17 – Análise de variância para a variável amargor baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	0,1200	0,1170	0,0459	0,8305
Provedor	95	2404,5900	25,3120	9,9306	<0,0001
Termos de 1ª Ordem	2	401,0760	200,5380	78,6782	<0,0001
Café	1	0,0005	0,0005	0,0002	0,9887
Açúcar	1	401,0755	401,0755	157,3462	<0,0001
Iteração	1	0,3200	0,3150	0,1236	0,7252
Termos de 2ª Ordem	2	64,7300	32,3640	12,6974	<0,0001
Café²	1	9,2800	9,2760	3,6392	0,0567
Açúcar²	1	55,4500	55,4520	21,7557	<0,0001
Resíduo	1049	2673,7300	2,5490	-	-
Falta de ajuste	3	18,0000	6,0010	2,3638	0,0697
Erro puro	1046	2655,7200	2,5390	-	-

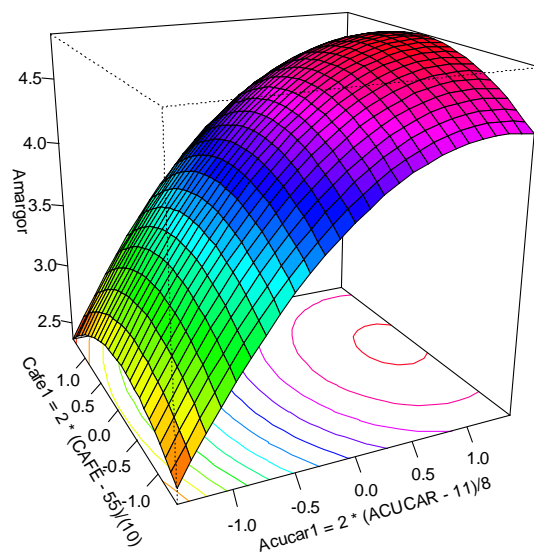
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 57 – Gráfico de contorno da variável resposta amargor para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 58 – Gráfico de superfície da variável resposta amargor para o modelo de 2ª ordem.



Slice at BLOCO = B1, PROVADOR = P1

Fonte: Elaborada pela autora.

4.5.2.6 Análise da variável resposta corpo

Os fatores café e açúcar são significativos para explicar a resposta à variável corpo. Os resultados da análise de variância estão na Tabela 18.

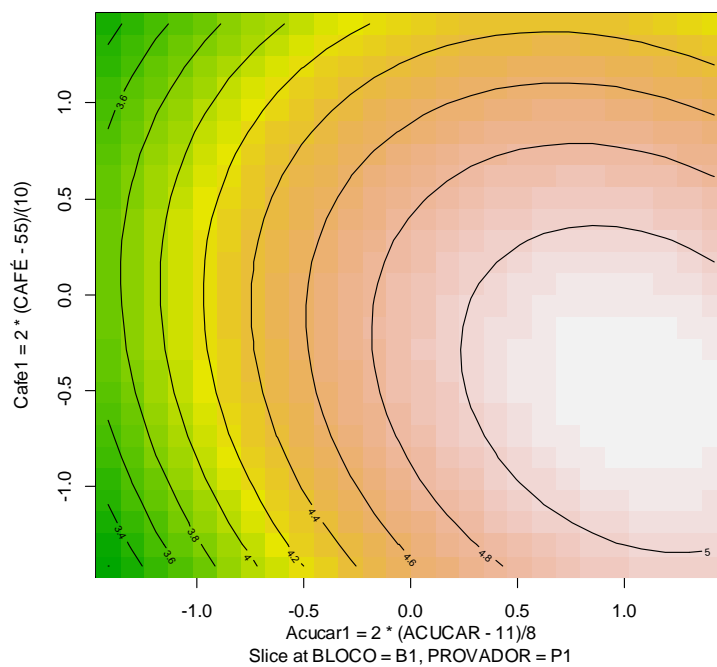
Tabela 18 – Análise de variância para a variável corpo baseada em níveis de café e açúcar do modelo de 2ª ordem.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Est. F	Valor P
Bloco	1	0,3500	0,3490	0,1618	0,6876
Provedor	95	2261,6200	23,8070	11,0334	<0,0001
Termos de 1ª Ordem	2	176,8340	88,4170	40,9780	<0,0001
Café	1	9,1230	9,1230	4,2275	0,0400
Açúcar	1	167,7110	167,7110	77,7159	<0,0001
Iteração	1	4,8200	4,8150	2,2316	0,1355
Termos de 2ª Ordem	2	58,4430	29,2220	13,5431	<0,0001
Café²	1	21,0820	21,0820	9,7594	0,0018
Açúcar²	1	37,3610	37,3610	17,2951	<0,0001
Resíduo	1049	2263,4000	2,1580	-	-
Falta de ajuste	3	8,9100	2,9700	1,3780	0,2480
Erro puro	1046	2254,4900	2,1550	-	-

Fonte: Elaborada pela autora.

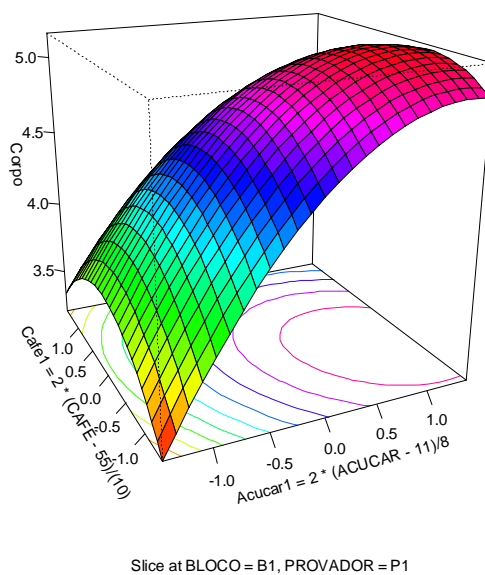
Por meio do modelo adotado, identificou-se como ponto ótimo para esse atributo os níveis 52,54% de café e 15,24g de açúcar, que são valores intermediários entre a amostra 1 e o ponto central para o café e o valor das amostras 2 e 4 para o açúcar. As Figuras 59 e 60 apresentam o comportamento crescente da variável ao longo da região aqui estudada.

Figura 59 – Gráfico de contorno da variável resposta corpo para o modelo de 2ª ordem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 60 – Gráfico de superfície da variável resposta corpo para o modelo de 2ª ordem.



Slice at $\text{BLOCO} = \text{B1}$, $\text{PROVADOR} = \text{P1}$

Fonte: Elaborada pela autora.

5 CONCLUSÕES

Os grãos de café 100% arábica, classificação dura, de menor valor comercial, provenientes do Maciço de Baturité, Ceará, apresentaram-se como matéria-prima adequada para a elaboração de bebida de café coado ao considerar-se a avaliação dos atributos sensoriais em comparação à uma amostra comercial.

Esta bebida de café coado de classificação dura teve seu valor agregado pela adição de extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju (EHACC) obtido a partir de amêndoas quebradas tornando viável o desenvolvimento de uma nova bebida sem lactose com potencial para diversificar o mercado de café e alcançar um segmento de produtos para fins especiais destinados a consumidores com dietas restritivas, especialmente os intolerantes à lactose.

O delineamento experimental composto central utilizado neste estudo permitiu através da aplicação da metodologia de superfície de resposta definir níveis de café e açúcar que levaram aos pontos ótimos das variáveis físico-químicas cor (coordenadas L^* e b^*) e pH e das variáveis sensoriais impressão global, aroma e cor da bebida de café adicionada do EHACC.

Todas as variáveis sensoriais avaliadas apresentaram boa aceitação nas 12 formulações testadas, concentrando-se a maioria das respostas dos consumidores entre as categorias da escala correspondentes a gostei muito e gostei moderadamente, indicando que a bebida de café adicionada de EHACC, independente da sua formulação, foi aceita em todos os níveis de qualificação da mesma.

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para uma melhor e maior compreensão em relação aos aspectos sensoriais de qualidade que norteiam a bebida de café proporcionando dessa forma um direcionamento para inserção de novos produtos no mercado.

REFERÊNCIAS

- ABIC - Associação Brasileira das Indústrias de Café. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em 01 jan. 2012.
- ALCÂNTARA, S. M. P. **Sol e sombra: o café do maciço de Baturité numa perspectiva ecológica e Socioeconômica**. 2009. 158 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Fortaleza, 2009.
- ANDRADE, A. C. *et al.* Avaliações de linhagens de cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho e Amarelo, em solos sob vegetação de cerrado no município de Uberlândia-MG. **Revista Horizonte Científico**. Uberlândia, v.1, n.1, 2007.
- ARAGÃO, N.L. *et al.* Blend de café com mucuna-preta: análise sensorial por não especialistas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, p.117-125, 2003.
- ARRUDA, A. C. Cafés convencional, orgânico e descafeinado: impacto da informação na sua aceitação. **Revista Brasileira de Armazenamento – Especial Café**, Viçosa, n.9, p.94-99, 2006.
- ARRUDA, A. C. *et al.* Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.4, p. 754- 763, out.- dez. 2009.
- BARROS *et al.* **Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas: UNICAMP, 2002. 401p.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. 2004. 103 p. Curso de “Latu-Sensu” (Especialização) à distância: Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- BOTERO, C. J.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Características do café (*Coffea arabica* L.) Sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science, Lavras**, v. 1, n. 2, p. 94-102, jul./dez. 2006.
- BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despulpado ou lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p. 342-346.
- BRASIL. **Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, 2003.12 p.
- CARVALHO, V.D. *et al.* Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário** v.18, n.5, p.20, 1997.

CASTRO, R. D.; MARRACCINI P. Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, n.1,p.175-199, 2006.

CAMPA, C. *et al.* Trigonelline and sucrose diversity in wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, v.88, p.39-44, 2004.

CAMPANHA, M. M.; Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems, Dordrecht**, v. 63, p. 75-82, 2004.

CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos**. Viçosa: editora UFV, 1993. 81p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/> >. Acesso em 01 jan. 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_11_09_08_41_conab_-_conjuntura_semanal_2011_-_castanha_de_caju_-_ceara.pdf > Acesso em 01 dez. 2012.

DAMATTA, F.M.; CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B. (2008b) Aspectos fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: Carvalho C.H.S. (Ed), **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Embrapa Café, Brasília, 57-66.

DELLA LUCIA, S.M.; MININ V.P.R.M; CARNEIRO J.D.S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MININ V.P.R.M. (Ed.) **Análise Sensorial. Estudo com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006, 225p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 20. ed. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

FLAMENSTE, I. **Coffee flavor chemistry**. Chichester: J. Wiley, 2002. 424p.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.23, n.2, 2010, p. 269-279, mar./abr. 2010.

GALETI, P. A. **Pelos Caminhos do Café**. 1. ed. Campinas, CATI, 2004. 178p.

GAZZOLA, J. *et al.* A amêndoa da castanha-de-caju: composição e importância dos ácidos graxos – produção e comércio mundiais. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia e Rural, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER/BNB, 2006.

GIRÃO, Raimundo. **História econômica do Ceará**. 2. ed. Fortaleza: Casa de José de Alencar – UFC, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. 5. ed. Rio de Janeiro, 1985. 580 p.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 95p Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

LÓPEZ, M.S.M *et al.* **Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L.var. Colombia)**. *Cenicafé*, Colombia, v.54, n. 3, p.208-225, 2003.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização**. São Paulo: Ceres, 2000. 464p.

MALTA, M.R. *et al.* **Composição físico-química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) fertilizado com diferentes fontes e doses de potássio**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2002.

MENDES, A. J. T. **Desenvolvimento do embrião e do endosperma em *Coffea arabica* L.** **American Journal of Botany**, v.28, n.9 , p. 784-789, 1941.

MENDES, L. C. **Otimização do processo de torração do café robusta (*Coffeacanephora Conillon*) para formulação de blends com café arábica (*Coffeaarábica*)**. 1999. 101pp. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MENDES, L. C. **Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arábica*) com café robusta (*C. canephora* Conillon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso**. 2005. 186f. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAIS, S. A. L. *et al.* **Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica* L.) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras**. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(Supl.), p.198-207, dez. 2008.

MORAIS, S. A. L. *et al.* **Análise química de café arábica (*Coffea arabica* L.) e grãos pretos, verdes e ardidos (pva) submetidos a diferentes graus de torração**. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 97-111, jul./dez. 2007.

MORAIS, A. C. S. **Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2009. 113p.

MYERS, H.M.; MONTGOMERY, D. C. **Response Surfaces Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments**. 2nd edition. New York: Wiley, 2002. 824p.

MORI, E. E. M. **Qualidade dos cafés do Brasil**. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 1., 2000. Poços de Caldas. **Anais...**, Embrapa Café, Brasília, 2000. p. 99-107.

OUGUERRAN, A. **Contribution à l'étude des parois cellulaires de deux fruits industriels: l'olive et le café.** Paris VI University, France. PhD Thesis, 1999.

OLIVEIRA, L. Capacidades diferenciadoras como vantagem competitiva nas empresas torrefadoras de café. **Revista de Administração da UFSC**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 85-100, jan./abr. 2008.

PAIVA, E. F. F. **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais.** 2005. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Lavras Lavras, Lavras. 2005.

SEGGES, J. H. **Focalizando o café e a qualidade.** Seropédica, RJ: Ed. Universidade Rural, 2001., 126p.

SANTOS, A. C. O processo de desenvolvimento de produtos em empresas de alimentos. *In:* XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 14., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2004. p. 1005-1012.

SILVA, RF. Altitude e a qualidade do café cereja descascado. **Revista Brasileira de Armazenamento – Especial Café**, Viçosa, n.9, p.40-47, 2006.

SILVA, M. C. *et al.* Caracterização química e sensorial de cafés da chapada de minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1782 -1787, 2009.

SILVA, R. F. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia Alimentos, Campinas**, v.29, n.4, p. 815-819, out.-dez. 2009.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** San Diego: Academic Press, 1993. 308p.

PAIVA, E. F. F. **Análise sensorial dos cafés especiais do estado de Minas Gerais.** 2005. 55p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

POLIGNAMO, L.A.C., DRUMOND, F.B. O papel da pesquisa de mercado durante o desenvolvimento de produtos. *In:* 3º. Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3., 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2001. p. 01-08.

POZZOBON, Irineu. **A Epopéia do Café no Paraná.** Londrina: Grafmarke, 2006. 224p.

VILLELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

XEREZ, A. C. P; RODRIGUES, M. C. P.; JULIÃO, R. F. **Caracterização de Consumidores e Hábitos de Consumo de Café.** *In:* XI Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa, 11, 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UNIFOR, 2011.