

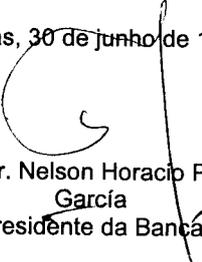
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ESTUDO DOS PARÂMETROS DE TORRAÇÃO DE AMÊNDOAS DE  
CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)**

**PARECER**

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Marise Bonifácio Queiroz aprovada pela Comissão Julgadora em 30 de junho de 1999.

Campinas, 30 de junho de 1999

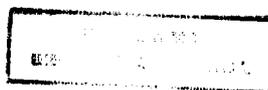
  
Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa  
Garcia  
Presidente da Banca

**Dissertação apresentada à  
Faculdade de Engenharia de  
Alimentos da Universidade Estadual  
de Campinas como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia de Alimentos**

**MARISE BONIFÁCIO QUEIROZ**  
**Engenheira de Alimentos**

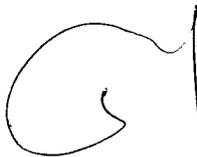
**Prof. Dr. NELSON HORACIO PEZOA GARCIA**  
**Orientador**

**CAMPINAS, JUNHO DE 1999.**



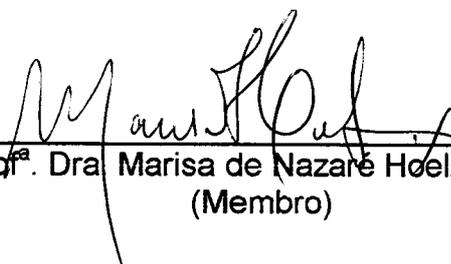
9216286

## BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia  
(Orientador)



---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Marisa de Nazare Huelz Jackix  
(Membro)



---

Dra. Emilia Emico Myia Mori  
(Membro)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Hilary Castle de Menezes  
(Membro)

Campinas, de junho de 1999.

Nunca chega o momento em que se possa dizer: Trabalhei bem a amanhã é Domingo. Assim que se para, começa-se logo outra vez. Pode-se por de lado uma tela e dizer que não se lhe volta a mexer. Mas nunca se pode escrever por baixo a palavra FIM.

*(Pablo Picasso)*

**Aos meus Pais pela dedicação e esforço.  
Ao Guilherme com muito amor,  
pela paciência e apoio.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia pela orientação, confiança e apoio dispensados durante o trabalho.

À Prof<sup>ª</sup> Dra. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix, Dra. Emilia Emico Myia Mori, Prof.<sup>ª</sup> Dra. Hilary Castle de Menezes, pelas sugestões e participação na banca examinadora.

Ao CNPq pela concessão de bolsa durante o primeiro ano deste trabalho.

À D. Marília (empresa Indeca) pela preciosa colaboração na análise sensorial.

Ao Marcus por ceder o cupuaçu fermentado objeto deste estudo.

Ao Herbert Cavalcante de Lima (EMBRAPA) e ao Giorgini A. Venturieri (UFPa) pelas preciosas informações.

À Sandra pelo apoio e amizade nas incansáveis horas ao lado do cromatógrafo.

Aos amigos e colegas do ITAL, em especial à Ana Lúcia, Denise, Fernanda, Lindalva, Luccas, Márcia e Thomaz pelo incentivo e apoio, ao Fernando e Boy (Centro de Química) pelos ensinamentos na área de cromatografia e ao pessoal do LAFISE, Emilia, Eliete e Adriana pela ajuda na análise sensorial.

Aos técnicos e funcionários do DTA, Aninha, Mara, Valdeci e Cosme.

Aos amigos Toya, Luis e Maria Cristina pelo apoio.

À todas as pessoas que de forma direta ou indireta colaboraram na realização desta Tese.

## ÍNDICE GERAL

<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>III</b>
<b>RESUMO</b>	<b>V</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>VII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>05</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>06</b>
<b>3.1. Gênero Theobroma</b>	<b>06</b>
<b>3.1.1. Cupuaçu</b>	<b>06</b>
<b>3.1.1.1. Considerações Gerais</b>	<b>06</b>
<b>3.1.1.2. Pré-processamento</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1.3. Torração</b>	<b>14</b>
<b>3.1.2. Cacau</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2.1. Considerações Gerais</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2.2. Pré-processamento do cacau</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.3. Torração das amêndoas de cacau</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Desenvolvimento de compostos aromáticos</b>	<b>25</b>
<b>3.3. Principais constituintes voláteis do cupuaçu</b>	<b>29</b>
<b>3.4. Avaliação sensorial</b>	<b>30</b>
<b>3.4.1. Termos descritores de importância sensorial em chocolate</b>	<b>34</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>40</b>
<b>4.1. Material</b>	<b>40</b>
<b>4.1.1. Amêndoas de cupuaçu e cacau</b>	<b>40</b>
<b>4.1.2. Equipamentos e aparelhos</b>	<b>40</b>
<b>4.1.3. Reagentes</b>	<b>41</b>
<b>4.2. Métodos</b>	<b>42</b>
<b>4.2.1. Recebimento das amêndoas fermentadas e secas</b>	<b>44</b>
<b>4.2.2. Seleção e classificação (Prova de corte – “Cut-test”)</b>	<b>44</b>
<b>4.2.3. Classificação por tamanho</b>	<b>45</b>
<b>4.2.4. Torração</b>	<b>45</b>
<b>4.2.5. Preparação da amostra torrada para realização de análise posteriores</b>	<b>47</b>
<b>4.2.6. Características físicas e químicas das amêndoas de cupuaçu</b>	<b>47</b>
<b>4.2.6.1. Teor de umidade</b>	<b>47</b>
<b>4.2.6.2. Teor de proteína</b>	<b>47</b>
<b>4.2.6.3. Teor de lipídeos</b>	<b>48</b>

4.2.6.4. Teor de cinzas	48
4.2.6.5. Teor de fibras	48
4.2.6.6. Teor de carboidratos totais	48
4.2.6.7. Valor calórico	48
4.2.6.8. Teor de teobromina e cafeína	48
4.2.6.9. Porcentagem de cascas (testa), gérmen e cotilédone	49
4.2.6.10. Rendimento	49
4.2.7. Extração, separação, identificação e dosagem de alquilpirazinas	50
4.2.7.1. Extração dos voláteis utilizando-se um micro-extrator do tipo Likens & Nickerson	50
4.2.7.2. Separação, identificação e dosagem de alquilpirazinas por cromatografia gasosa	52
4.2.8. Avaliação sensorial	54
4.2.8.1. Amostras avaliadas	54
4.2.8.2. Condições de teste	55
4.2.8.3. Preparação e apresentação das amostras	55
4.2.8.4. Escolha das amostras para a análise descritiva	55
4.2.8.5. Desenvolvimento de terminologia descritiva	56
4.2.8.6. Treinamento e seleção dos provadores	57
4.2.8.7. Retreinamento da equipe e avaliação das amostras	58
4.2.8.8. Análise dos resultados	59
4.2.9. Teste de aceitação	59
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>61</b>
5.1. Caracterização da matéria-prima	61
5.1.1. Prova de corte	61
5.1.2. Análises físico-químicas	62
5.2. Torração	64
5.3. Avaliação sensorial	66
5.3.1. Desenvolvimento de terminologia descritiva	66
5.3.2. Seleção dos provadores	70
5.3.3. Análise descritiva das amostras de cupuaçu e cacau torradas	73
5.4. Extração, separação, identificação e quantificação das alquilpirazinas	81
5.5. Teste de aceitação	92
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>95</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>108</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição em ácidos graxos livres das gorduras de sementes de cupuaçu e cacau	09
<b>Tabela 2.</b> Composição química do liquor de cupuaçu comparado com o liquor de cacau	10
<b>Tabela 3.</b> Composição média do cacau	16
<b>Tabela 4.</b> Comparação de diferentes métodos de torração	19
<b>Tabela 5.</b> Componentes voláteis do aroma de cacau (n=número de componentes)	28
<b>Tabela 6.</b> Composição dos constituintes voláteis da polpa e semente de cupuaçu	29
<b>Tabela 7.</b> Alguns descritores usados na caracterização da qualidade do sabor de chocolate	35
<b>Tabela 8.</b> Termos descritivos selecionados pela equipe sensorial para aparência, aroma e sabor de cacau torrado	39
<b>Tabela 9.</b> Resultados da prova de corte para o cupuaçu e para o cacau	61
<b>Tabela 10.</b> Composição química das amêndoas de cupuaçu e de cacau em base úmida	62
<b>Tabela 11.</b> Composição física das amêndoas de cupuaçu e cacau	63
<b>Tabela 12.</b> Atributos selecionados e suas respectivas nomenclaturas	67
<b>Tabela 13.</b> Definições de atributos e padrões de referência usados pelo painel sensorial descritivo durante a avaliação de amêndoas de cacau e cupuaçu torradas	68
<b>Tabela 14.</b> Níveis de significância ( $p$ ) para provadores em função de discriminação das amostras ( $F_{amostra}$ )	71
<b>Tabela 15.</b> Níveis de significância ( $p$ ) para provadores em função repetibilidade ( $F_{repetição}$ )	71

<b>Tabela 16.</b> Médias da equipe e de cada provador para cada atributo julgado	72
<b>Tabela 17.</b> Médias das amostras por atributo avaliado	74
<b>Tabela 18.</b> Valores médios das concentrações mássicas de pirazinas para as amostras de cupuaçu torradas	84
<b>Tabela 19.</b> Valores médios das concentrações mássicas de pirazinas para as amostras de cupuaçu 42 e 44 e cacau 38	90
<b>Tabela 20.</b> Níveis de significância ( $p$ ) para provadores selecionados em função de discriminação das amostras ( $F_{amostra}$ )	108
<b>Tabela 21.</b> Níveis de significância ( $p$ ) para provadores selecionados em função repetibilidade ( $F_{repetição}$ )	108
<b>Tabela 22.</b> Médias da equipe e dos provadores selecionados para cada atributo julgado	109

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fluxograma e rendimento em escala industrial no beneficiamento de amêndoas de cupuaçu	11
<b>Figura 2.</b> Esquema de um torrador com aquecimento por condução	20
<b>Figura 3.</b> Torrador esférico Barth	21
<b>Figura 4.</b> Corte de um torrador onde os grãos são aquecidos por condução e convecção	22
<b>Figura 5.</b> Corte de um torrador em cascata tipo Lehmann	23
<b>Figura 6.</b> Torrador contínuo com tambor Probat	24
<b>Figura 7.</b> Reação de formação de pirazinas	27
<b>Figura 8.</b> Fluxograma geral de processamento das amêndoas de cupuaçu com a torração feita nas amêndoas inteiras	43
<b>Figura 9.</b> Torrador marca Probat escala piloto	45
<b>Figura 10.</b> Micro extrator-destilador do tipo Likens & Nickerson acoplado a um destilador por arraste de vapor	50
<b>Figura 11.</b> Modelo de ficha para avaliação do método de descrição entrecruzada (GRID)	56
<b>Figura 12.</b> Modelo ilustrativo de ficha utilizada para análise sensorial de aceitação	60
<b>Figura 13.</b> Perfil de torração para amêndoas de cupuaçu	65
<b>Figura 14.</b> Perfil de torração para “nibs” de cacau torrado por 38 minutos	65
<b>Figura 15.</b> Modelo ilustrativo de ficha utilizada na análise sensorial de descritiva	69
<b>Figura 16.</b> Projeção dos atributos sensoriais e amostras nos componentes principais I e II (ACP)	77

<b>Figura 17.</b> Gráfico aranha representando as médias dos atributos para as amostras analisadas	80
<b>Figura 18.</b> Cromatograma dos padrões de pirazinas e padrão interno	82
<b>Figura 19.</b> Cromatograma típico da fração aromática do cupuaçu torrado a 150°C por 42 minutos	83
<b>Figura 20.</b> Evolução na concentração de alquilpirazinas durante a torração das amêndoas de cupuaçu a 150°C	85
<b>Figura 21.</b> Histograma referente aos resultados do teste de aceitação para o <i>cupulate</i>	93

## RESUMO

Estudos mostram que as sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) desenvolvem um fino aroma característico da espécie, similar ao do chocolate quando torradas e possuem na sua composição uma gordura de suave sabor com certa semelhança à manteiga de cacau no que se refere a composição química e características organolépticas. Assim como tantos outros sabores de ocorrência natural, o sabor do cupuaçu como também do cacau é o resultado de uma mistura complexa de um grande número de compostos, sendo assim impossível caracterizá-lo por um único componente, mas sabe-se que as pirazinas são os compostos predominantemente formados, podendo muitas vezes serem consideradas como boas indicadoras do grau de torração. Sendo a torração uma etapa crucial no desenvolvimento do sabor de todos os produtos torrados, buscou-se neste estudo avaliar os parâmetros que envolvem o processo, utilizando-se para tal a evolução no teor de algumas pirazinas, bem como a análise sensorial das amostras torradas, comparando-se os resultados com uma amostra de cacau com bom sabor de chocolate. A torração foi realizada em forno elétrico rotativo a uma temperatura de 150°C na camisa e tempos de 38, 40, 42 e 44 minutos para as amêndoas inteiras de cupuaçu e 38 minutos para os *nibs* de cacau. Das amostras obtidas extraiu-se os compostos voláteis através de extrator tipo Likens & Nickerson, identificando e quantificando-se sete importantes pirazinas presentes também no cacau (2-metil, etil, 2,3-dimetil, 2,5-dimetil, 2,6-dimetil, 2,3,5-trimetil e 2,3,5,6-tetrametilpirazina) por cromatografia gasosa, utilizando a 4-etil piridina como padrão interno para a quantificação. A análise cromatográfica mostrou que as amêndoas de cupuaçu apresentam um teor de alquilpirazinas bem maior que as amêndoas de cacau, especialmente a 2,3,5,6-tetrametil pirazina que no cupuaçu se encontra em elevadas concentrações inclusive na amêndoa crua (sem torrar). As amostras foram avaliadas por uma equipe sensorial treinada, utilizando-se a análise descritiva quantitativa (ADQ), através da qual foi possível ressaltar os atributos sensoriais do cupuaçu. Considerando-se a evolução no teor das pirazinas, assim como os resultados

obtidos na avaliação sensorial, sugere-se que as amêndoas de cupuaçu inteiras torradas por 42 minutos a 150°C tiveram maior desenvolvimento de seu potencial aromático. O cupuaçu apresenta atributos sensoriais diferentes do cacau, sendo mais adocicado, menos ácido, amargo e adstringente, mais claro e com suave sabor de chocolate, o que torna-o uma interessante matéria-prima, com características peculiares de sabor, que poderiam contribuir para a obtenção de produtos diferenciados similares aos achocolatados, ou ainda ser utilizada em misturas com o cacau.

## Summary

Surveys have shown that fermented and roasted cupuasu seeds (*Theobroma grandiflorum*) develop a fine flavor characteristic of its species, resembling that of chocolate. The chemical composition includes fat with a mild flavor somewhat similar to that of cocoa butter, with respect to its chemical composition and sensory characteristics. Thus, like many other natural flavors, cupuasu taste, like that of cocoa, is the result of a complex mixture of a great many compounds, thus making it impossible to set a single component apart. However, the predominately formed compounds are pyrazines, frequently being considered as good indicators of the roasting degree, roasting being a crucial step in the flavor development of all roasted products. This study aimed at evaluating the parameters involved in the process, by way of the evolution of some of the pyrazines and the sensory analysis of the roasted samples as compared to a cocoa sample with a good chocolate flavor. Roasting was carried out in an electrical rotating oven at 150°C in the outer roasting chamber and times of 38, 40, 42 and 44 minutes for the cupuasu beans and 38 minutes for the cocoa *nibs*. From the samples obtained the volatile components were extracted by means of a Likens & Nickerson type extractor, identifying and quantifying seven important pyrazines also present in the cocoa (2-metil, etil, 2,3-dimetil, 2,5-dimetil, 2,6-dimetil, 2,3,5-trimetil e 2,3,5,6-tetrametilpirazines) by gas chromatography, using piridin 4-etil as internal standard to the quantification. The chromatographic analysis showed that the cupuasu beans presented an alkylpirazines content much greater than that of the cocoa beans, especially the 2,3,5,6-tetrametilpirazines, which in the cupuasu was found in high concentrations, including in the raw bean (without roasting). The samples were evaluated by with trained sensory judges, using quantitative descriptive analysis (QDA), with which it was possible to show the cupuasu sensorial attributes. By considering the evolution of pyrazines as well as the results obtained in the sensorial evaluation, it was concluded that the cupuasu beans, roasted for 42 minutes at 150°C, had developed the greatest aromatic potential. Cupuasu presents sensory attributes different from these of

cocoa, being sweeter, less acid and bitter, and more astringent, clearer and with a mild taste of chocolate, which makes it an interesting raw-material, with particular taste characteristics, wich could contribute to the manufacture of differentiated products similar to chocolate or in mixtures with cocoa.

## **1. INTRODUÇÃO**

O cupuaçuzeiro é uma árvore frutífera, da família Sterculiaceae, tipicamente amazônica, cultivada em todo o estado do Pará e norte do Maranhão. Plantado inicialmente como "cultura de quintal" ele desponta hoje como uma das melhores e mais promissoras fruteiras amazônicas, sendo crescente o investimento em cultivos racionais, não limitando-se ao extrativismo.

O cupuaçu , destaca-se como o principal fruto cultivado na Amazônia com potencial para a industrialização, sendo que seu valor econômico está baseado atualmente na comercialização e industrialização da polpa. Apesar das sementes constituírem cerca de 20% do peso do fruto e apresentarem alto valor nutritivo, ainda são praticamente descartadas durante o beneficiamento ou utilizadas com fins menos nobres como para a obtenção de adubos.

Estudos mostram que as sementes são compostas de uma gordura muito semelhante à manteiga de cacau, e que desenvolvem um fino aroma característico similar ao do chocolate quando torradas, por isso acredita-se constituir uma excelente matéria-prima na fabricação de produtos especiais tipo chocolate, coberturas achocolatadas, etc., com vantagem sobre as gorduras de substituição existentes por apresentarem além de semelhanças composicionais à manteiga de cacau, características de sabor peculiares as quais poderiam contribuir na obtenção de produtos achocolatados diferenciados e de alta qualidade.

Desde 1969 COUTINHO já citava que a manteiga extraída de sementes de cupuaçu torradas apresentava aroma semelhante ao de chocolate, ao contrário da extraída antes da torração, que era praticamente inodora.

Alguns estudos foram desenvolvidos com o objetivo de obter tecnologias apropriadas ao aproveitamento das sementes do cupuaçu, e pela semelhança botânica e composicional foram baseados nos métodos utilizados para o cacau (ARAGÃO, 1992).

O sabor envolve o gosto e o aroma, sendo o gosto sensações básicas devido principalmente aos compostos não voláteis (doce, salgado, amargo e ácido) e também aos compostos voláteis, e o aroma a sensação complexa dada por uma série de compostos voláteis. O aroma envolve um grande número de constituintes orgânicos com diferentes estruturas químicas e diferentes propriedades, estando presentes nos alimentos geralmente em nível de traços. Além disso, são compostos termolábeis que podem, a qualquer aumento de temperatura ser rearranjados ou sofrer ciclizações (FRANCO, 1992).

Assim como tantos outros sabores de ocorrência natural, o sabor de chocolate é o resultado de uma mistura complexa de um grande número de compostos, sendo assim impossível caracterizá-lo por um único componente (LOPEZ, 1981).

Durante a torração do cacau ocorre o desenvolvimento de aromas, principalmente pela reação de Maillard, a partir dos precursores formados durante a fermentação, sendo que as pirazinas são os compostos predominantemente formados representando cerca de 25% dos produtos já identificados na fração aromática do chocolate (BAREL et al, 1985).

Segundo MERMET *et al.* (1992), otimizar as condições de torração do cacau significa desenvolver ao máximo o potencial aromático das amêndoas.

As pirazinas são compostos aromáticos que aumentam de concentração gradualmente com o decorrer da torração, sendo que a diminuição do teor de algumas delas nas amêndoas de cacau é coincidente com o início da sobretorrção, devido possivelmente a uma volatilização, dado ao aumento de temperatura (PEZOA, 1989, MERMET *et al.*, 1992).

A formação de metilpirazinas a partir de seus precursores está diretamente relacionada com o tempo e temperatura de torração, sendo que a 2,3,5,6-tetrametilpirazina e a 2,5-dimetilpirazina têm sido consideradas bons indicadores do grau de torração e uma diminuição em suas concentrações poderia ser um sinal de que a torração estaria atingindo seu final (BAUERMEISTER, 1981).

REINECCIUS *et al.* (1972) mostrou que durante a torração de 100g de amêndoas de cacau cerca de 1g de aminoácidos e açúcares são consumidos via Reação de Maillard, mas somente 142-698 $\mu$ g de pirazinas são formadas, porém o aroma produzido é extremamente importante.

Tendo em vista que a torração é uma etapa importante no desenvolvimento do sabor do chocolate e que os estudos mais detalhados dessa etapa para o cupuaçu praticamente não existem, torna-se necessário um aprofundamento maior acerca dos parâmetros que envolvem o processo para que possa-se ter um melhor subsídio científico na busca de novas alternativas para o processamento de chocolates e congêneres.

Dessa forma, procurou-se identificar as melhores condições de tempo e temperatura para a torração de amêndoas de cupuaçu levando-se em consideração a evolução no teor de algumas pirazinas identificadas e quantificadas por cromatografia gasosa, assim como utilizando-se a análise sensorial das amostras torradas.

## **2. OBJETIVO**

Estudar a etapa de torração para amêndoas de cupuaçu a fim de determinar as melhores condições para o desenvolvimento de sabor utilizando análise dos componentes aromáticos por cromatografia gasosa e análise sensorial, avaliando-se a possibilidade de utilização dele como matéria-prima na elaboração de produtos similares a chocolates, coberturas e congêneres, aproveitando um material que vem sendo subutilizado.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Gênero Theobroma**

Segundo MONTEIRO (1996), economicamente o gênero *Theobroma* é o mais importante da família Sterculiaceae e pode ser encontrado em 22 espécies originárias da América Tropical. A maioria dessas espécies são ricas em gordura, proteína e amido, e apresentam de 1 a 3% de teobromina, sendo que a cafeína também pode estar presente em muitas espécies.

O cacau (*Theobroma cacao* L.) constitui a espécie de maior valor comercial, sendo a base das indústrias de chocolate, seguido pelo cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) cuja polpa é consumida na forma de sucos, sorvetes, geléias, doces, processados de forma artesanal em pequenas escalas de produção e já industrialmente por grandes empresas como a Kibon-Sorvane que está produzindo sorvetes para a distribuição nas regiões Norte e Nordeste do País (VENTURIERI *et al.*, 1988; Gazeta Mercantil 24/09/96).

##### **3.1.1. Cupuaçu**

###### **3.1.1.1. Considerações Gerais**

O cupuaçu é uma das mais importantes frutas tipicamente amazônicas, cultivada em todo o Estado do Pará, norte do Maranhão e Tocantins, tendo também cultivo de espécimes isoladas nos estados de São Paulo, Bahia e Rio de Janeiro. Atualmente está disseminado por toda a bacia Amazônica e

ocasionalmente é encontrado em outros países como a Colômbia, Venezuela, Equador e Costa Rica (CAVALCANTE, 1976; VENTURIERI *et al.*, 1988).

É uma cultura emergente, com potencial para conquistar novos mercados e destaca-se pelo aroma e sabor agradáveis aliado à diversidade de produtos e subprodutos oriundos do fruto (SOUZA, 1996).

Segundo NAZARÉ (1996), são inúmeros os produtos derivados do cupuaçu processados muitas vezes de forma artesanal na região de cultivo. Com a polpa pode-se obter cremes, tortas, sorvetes, néctar, balas, bombons, geléias, licores, doces, compotas, polpa seca e granulada, etc., e com as sementes é possível a fabricação de *cupulate* em pó, produto semelhante ao cacau em pó, *cupulate* em tabletes meio-amargo, com leite e branco, todos com cor, aroma e sabor similares aos do chocolate, porém com características muito peculiares.

O cupuaçuzeiro desenvolve-se bem em condições climáticas com temperatura média anual de 21 a 27°C e umidade relativa de 77 a 88%, apresenta porte baixo (4 a 8 metros) para os indivíduos cultivados e pode atingir até 20 metros para os silvestres na mata alta (VENTURIERI *et al.*, 1985; CALZAVARA, 1987). Frutifica no primeiro semestre do ano, estando entre fevereiro e abril o clímax da safra.

Segundo MIRANDA (1989), a primeira safra ocorre no quarto ano após a germinação da semente. Porém, a estabilidade da produção ocorre depois de seis safras, o que corresponde a dez anos após a germinação.

De acordo com CALVAZARA (1970, 1987); VENTURIERI *et al.* (1984), o fruto é classificado em grupos segundo suas características morfológicas, tendo-se:

- Cupuaçu redondo: frutos de extremos arredondados com peso de 1,5kg, casca com 6 a 7 mm de espessura, sementes médias, sendo o mais comum;
- Cupuaçu casca fina: formato cilíndrico levemente anguloso nas laterais, casca com 4 a 5 mm;
- Cupuaçu mamorana: frutos com casca grossa (7 a 9 mm), chegando a pesar até 4Kg, anguloso nas laterais, sementes grandes;
- Cupuaçu de colares: casca com 6 a 7 mm de espessura, sem angulações nas laterais, sementes médias, largo na parte próxima ao pedúnculo e estreito na posterior; e
- Cupuaçu mamau: formato semelhante ao do cupuaçu redondo, casca de 6 a 7 mm, porém sem sementes.

De maneira geral, o cupuaçu é constituído de casca (epicarpo mais mesocarpo), endocarpo (polpa que envolve as sementes) e sementes. O epicarpo é rígido, lenhoso e com epiderme clorofilada (CALZAVARA *et al.*, 1984; CAVALCANTE, 1988).

A polpa apresenta umidade elevada (84,9 a 89%), pH ácido (3,2 a 3,6) e alto teor de acidez titulável (2 a 2,15% expressa em ácido cítrico). O teor de açúcares redutores varia de 2,8 a 3 e o de não redutores de 4 a 5,8%. Apresenta baixos teores de amido (0,96%), gordura (0,48 a 2,35%) e proteína (0,53 a 1,92%) (PHILOCREON, 1962; BARBOSA *et al.*, 1979; CHAAR, 1980; OLIVEIRA, 1981).

As sementes têm forma circular achatada com dimensões médias de 2,5 a 2,6 cm de comprimento por 2 a 2,3 cm de largura e 0,9 a 1,1 cm de espessura. Correspondem de 15 a 21% do peso do fruto (de 35 a 50 sementes), sendo dispostas em torno de um eixo central (talo) disposto de forma longitudinal em relação ao comprimento do fruto (BARBOSA *et al.*, 1979; CHAAR, 1980; OLIVEIRA, 1981; SILVA *et al.*, 1986).

Em estudo químico da amêndoa realizado por COUTINHO (1969) constatou-se a presença de um glicerídeo com características semelhantes à manteiga de cacau. Apesar de possuir uma gordura muito semelhante à da manteiga de cacau (Tabela 1), as amêndoas de cupuaçu não têm seu valor reconhecido, sendo na maioria das vezes usadas como adubo ou simplesmente encaradas como resíduos (VENTURIERI *et al.*, 1988).

TABELA 1. Composição em ácidos graxos livres das gorduras de sementes de cupuaçu e de cacau.

Ácidos Graxos	Cupuaçu (%)	Cacau (%)
Palmítico C 16/0	5,8	32,8
Esteárico C 18/0	38,3	35,5
Oleico C 18/1	42,8	29,6
Araquídico C 20/0	4,8	1,0
Linoleico C 18/2	8,3	1,1

Fonte: VENTURIERI *et al.*, 1988

Além da semelhança entre o cacau e o cupuaçu com relação à composição qualitativa dos ácidos graxos livres da gordura de suas sementes, apresentam também semelhanças com relação à composição química dos cotilédones como mostra a Tabela 2, sendo que o cupuaçu apresenta 9,97% a mais de proteína e 5,2% a mais de gordura (em base seca).

TABELA 2. Composição química do liquor de cupuaçu comparado com o liquor de cacau em base seca.

Composição	Liquor de cupuaçu (%) Base seca	Liquor de cacau (%) Base seca
Proteína	13,5	12,2
Gordura	60,1	57,1
Cinzas	2,5	3,1
Carboidratos	23,9	27,5
Energia (Kcal/100g)	672,1	573,8

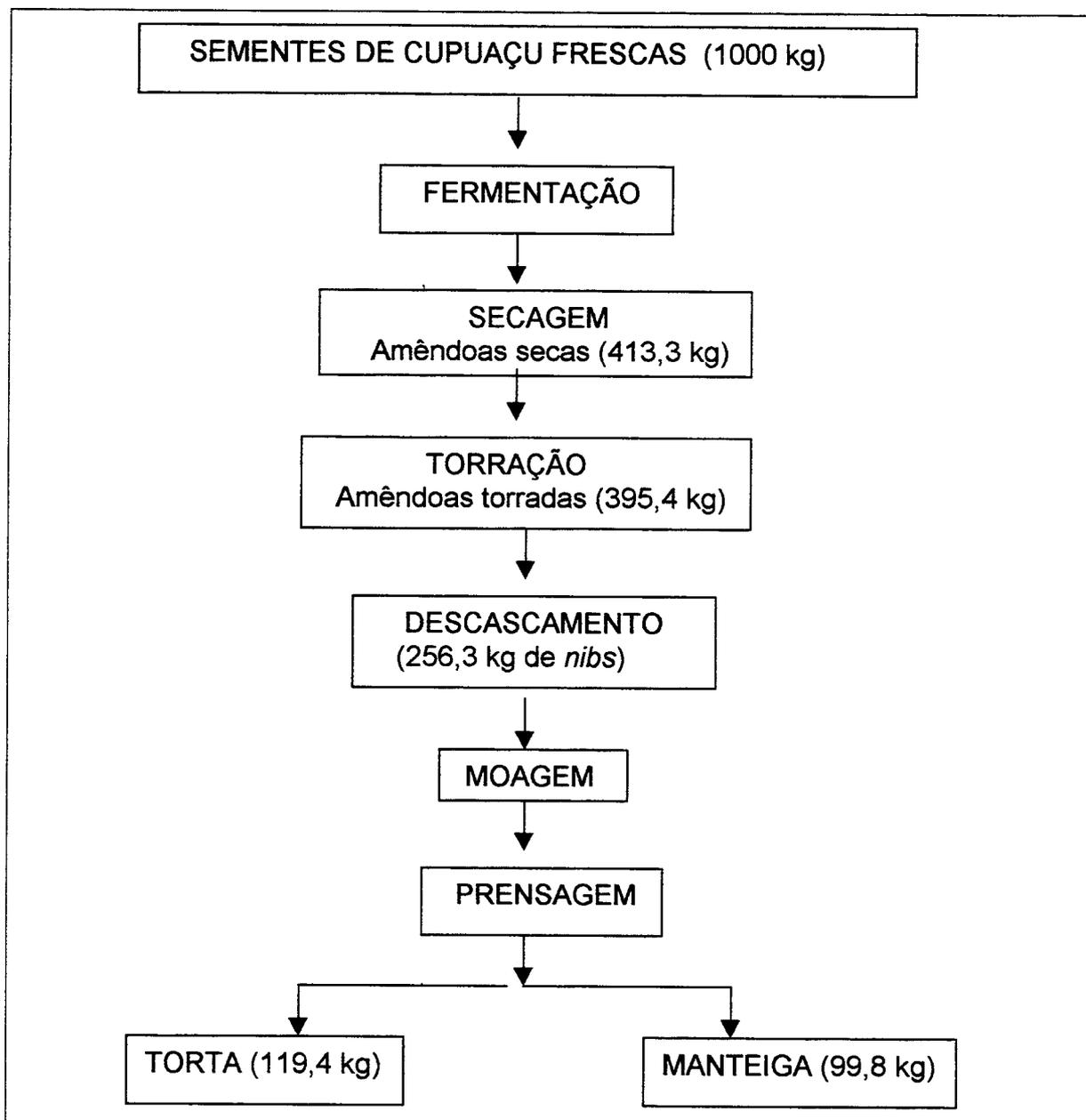
Fonte: LIMA, 1995.

NAZARÉ (1996) destaca que é possível obter-se produto em pó e em tabletes, com características nutritivas e organolépticas semelhantes às do chocolate, a partir das sementes fermentadas, secas e torradas. O autor obteve *cupulate* em pó, torrando as amêndoas a 150°C, descascando-as e prensando-as para a retirada parcial da manteiga. A torta proveniente da prensagem foi moída e adicionada de 10% de açúcar, constituindo assim o *cupulate* em pó. As amêndoas moídas acrescidas de manteiga e açúcar constituíram o tablete meio-amargo, incorporação de leite em pó a este produto estabeleceu a composição do tablete com leite e a formulação feita com manteiga, açúcar e leite em pó, deu origem ao tablete branco.

Em todos os casos, segundo NAZARÉ (1996), os produtos apresentaram características organolépticas idênticas às do produto obtido a partir de cacau, não tendo sido observado nenhuma diferença significativa por parte dos provadores.

Um estudo realizado por LIMA (1995) mostra que as amêndoas foram utilizadas industrialmente na produção do "*cupulate* em pó", um produto obtido a

partir da torta resultante da extração parcial de gordura de sementes fermentadas e torradas, como mostrado no fluxograma da Figura 1.



Fonte: LIMA, 1995.

FIGURA 1. Fluxograma e rendimento em escala industrial no beneficiamento de amêndoas de cupuaçu.

Segundo CUATRECASAS (1964), as sementes do cupuaçu, além da cafeína, contem também o alcalóide teobromina, conhecido também por suas propriedades estimulantes.

### 3.1.1.2. Pré-processamento

Em geral, o cupuaçu atinge seu ponto ideal de colheita depois de quatro a cinco meses de floração, o qual acaba desprendendo-se do pedúnculo e é facilmente coletado (SILVA, 1988; ARAGÃO, 1992). Segundo CALZAVARA *et al.* (1984) a safra coincide com o período das chuvas, de novembro a julho em Manaus e novembro a junho em Belém, sendo a colheita realizada manualmente, coletando-se os frutos somente após a queda.

A polpa é a forma de comercialização do fruto mais difundida, sendo o maior volume de venda na região portuária, feita pelos atravessadores. A polpa pode ser vendida para consumo durante a safra ou ainda congelada para comercialização no período da entre-safra, quando alcança preços elevados (ARAGÃO, 1992).

O despulpamento pode ser feito manual ou mecanicamente de acordo com a capacidade de produção. Empresas caseiras ou artesanais, ainda nos dias de hoje utilizam tesouras que cortam a polpa junto à semente, porém indústrias de maior porte ou de melhor poder aquisitivo fazem o despulpamento mecânico sem contudo possuir um equipamento específico para o cupuaçu, utilizando adaptações ou despulpadeira desenvolvida para o cacau (MIRANDA, 1989).

Dessa forma, a polpa obtida é utilizada na fabricação de sucos, sorvetes, geléias, licores, recheios de tortas e bombons ou ainda congelada para posterior utilização.

As sementes constituem uma fração significativa do fruto e ainda apresentam alto valor nutritivo, mas não têm sido muito aproveitadas com fins mais nobres. No entanto, alguns estudos estão surgindo para o aproveitamento das sementes na produção de chocolate, e pela semelhança botânica e composicional, esses baseiam-se nos métodos utilizados para o cacau.

A fermentação das sementes de cupuaçu vem sendo relatada desde 1969 por COUTINHO, a qual observou que a polpa aderida às sementes resiste à fermentação, e que para obter-se uma fermentação semelhante à do cacau, há necessidade de elevar o pH da polpa para 6,0 com a adição de carbonato de cálcio, pois caso contrário, ocorre um excesso de desenvolvimento de *Aspergillus niger*, conferindo uma coloração negra à massa.

NAZARÉ *et al.* (1982) *apud* ARAGÃO (1992), observaram que para obter a fermentação as sementes tiveram que ser colocadas em caixas de madeira durante 24 a 30 horas com um pH entre 3,4 a 4 e que após esse período, houve a necessidade de elevar o pH para 5,5 a 6, pelo mesmo motivo relatado por COUTINHO (1969), completando-se a fermentação em 5 dias.

O material assim fermentado foi seco até o máximo de 6% de umidade residual, utilizando-se os mesmos métodos utilizados para o cacau.

Segundo VASCONCELOS (1999), as sementes após despulpadas foram colocadas em caixas de fermentação T-60, em madeira com dimensões de 190 x 120 x 60 cm de altura, e capacidade para 153kg de sementes, a qual possui três

compartimentos distintos. O material foi colocado no primeiro compartimento da caixa, sendo adicionado de folhas de bananeira e coberto com as mesmas folhas para ajudar na retenção do calor gerado durante a fermentação, permanecendo aí por 48 horas. Após este período as sementes foram revolvidas e transferidas para outro compartimento da caixa de fermentação, permanecendo neste por mais 48 horas. Completada as 48 horas, as sementes foram finalmente removidas para o último compartimento da caixa, ficando em fermentação por mais 72 horas. O processo total de fermentação durou 7 dias.

Após o estudo das transformações físicas e químicas durante a fermentação das amêndoas, o autor concluiu que esta metodologia mostrou-se adequada para a obtenção de um produto de sementes de cupuaçu com características similares à um produto obtido de sementes de cacau.

### **3.1.1.3. Torração**

Segundo COUTINHO (1969), a manteiga de cupuaçu extraída de sementes *in natura* é praticamente inodora, porém quando extraída de amêndoas fermentadas e torradas, apresenta aroma semelhante ao da manteiga de cacau. Os testes realizados por este autor mostraram que a temperatura de 110-120°C por 4 horas foi necessária para tornar as sementes marrom e com aroma característico de chocolate.

Segundo NAZARÉ *et al.* (1982) a torração à temperatura de 150°C em estufa por 180 minutos proporcionou um bom produto final.

VENTURIERI *et al.* (1988) cita que para o aproveitamento das amêndoas de cupuaçu na fabricação de produtos semelhantes ao chocolate, as sementes

após serem fermentadas e secas, foram torradas em um tacho de fazer farinha de mandioca, sem contudo entrar em detalhes sobre os parâmetros envolvidos no processo, mas relatam que após a torração as amêndoas foram apiloadas e moldadas em bastões e secas por 24 horas à sombra, adquirindo após a secagem consistência semelhante à do chocolate duro.

Além de VENTURIERI (1988), LIMA *et al.* (1995) também cita em seu trabalho que as sementes utilizadas na obtenção de *cupulate* em pó (pó de cupuaçu), após fermentadas e secas, passavam por uma torração, mas também não detalhou como esta foi conduzida.

Já ARAGÃO (1992) submeteu as sementes fermentadas à torração a 150°C por 30 minutos, tratamento suficiente para tornar as testas friáveis, e concluiu que os cotilédones apresentaram coloração marrom característica das amêndoas de cacau torradas e sabor semelhante ao do chocolate obtido do cacau.

### **3.1.2. Cacau**

#### **3.1.2.1. Considerações gerais**

O cacau pertence à família Sterculiaceae, sendo que suas principais variedades são cultivadas desde a América do Sul, América Central, América do Norte, África, Ásia e Oceania (ZAMALLOA, 1994).

A composição química do cacau depende de diversos fatores, principalmente da espécie e origem das amêndoas, das práticas agrícolas e do

grau de maturação dos frutos, mas em geral segue a média apresentada na Tabela 3.

*TABELA 3. Composição média do cacau*

<b>COMPOSTOS</b>	<b>% MATÉRIA SECA</b>
manteiga de cacau	54,0
cinzas	2,6
teobromina	1,2
cafeína	0,2
polifenóis	6,0
proteína bruta	11,5
açúcares	1,0
amido	6,0
pentosanas	1,5
celulose	9,0
ácidos carboxílicos	1,5
diversos	0,5

Fonte: DROUVEN et al., 1996.

ZAMALLOA (1994), destaca que embora os critérios físicos e químicos como teor de gordura, proteína, carboidratos, cor e pH sejam frequentemente usados como base para a avaliação da qualidade das amêndoas secas, o critério final de qualidade é o sabor após a torração. Além do sabor estar intimamente relacionado à variedade, ele é bastante influenciado pelas técnicas de pré-processamento, sendo que seu desenvolvimento potencial depende principalmente dos processos de fermentação e secagem.

### **3.1.2.2. Pré-processamento do cacau**

No pré-processamento do cacau, após a colheita, os frutos são partidos, tendo em seguida suas sementes fermentadas juntamente com a mucilagem, secas e então armazenadas até a posterior etapa de torração.

A época de colheita depende das condições climáticas de cada região, porém no Brasil distinguem-se dois períodos de safra: o principal de outubro a janeiro e o segundo de maio a agosto (LAJUS, 1982).

A quebra do fruto (partido) é feita de forma manual, utilizando-se um cutelo (espécie de faca), a qual parte a casca em dois deixando as sementes e mucilagens expostas.

Após a quebra as sementes são levadas à fermentação, que pode ser feita em montes, em cestas de juta, em caixas de madeira (cochos) (ROHAN, 1964).

A fermentação das sementes de cacau é uma etapa essencial do processamento, sem a qual não desenvolvem-se os precursores do sabor de chocolate (HELFENBERGER, 1962; ROHAN, 1964; LOPEZ, 1973).

Para o armazenamento das sementes para posterior torração há necessidade de fazer-se a secagem. Essa constitui a etapa final do beneficiamento do cacau nas fazendas e pode ser feita de duas formas básicas: secagem natural e artificial, as quais distinguem-se pela fonte de calor e pelo tipo de equipamento utilizado (DIAS, 1983; GARCIA *et al.*, 1985; BASTOS, 1987).

Na etapa de secagem a umidade da amêndoa fermentada que estava na faixa de 40-50% atinge 6-8%. Essa faixa de umidade é importante para garantir melhor conservação da amêndoa durante o armazenamento, antes de ser submetida à torração (LOPEZ *et al.*, 1973).

### 3.1.2.3. Torração das amêndoas de cacau

O processo de torração é fundamental na obtenção das características de qualidade do chocolate. Como já dito, MERMET (1992) afirma que otimizar as condições de torração do cacau significa desenvolver ao máximo o potencial aromático das amêndoas.

No sentido de estimular o desenvolvimento do sabor durante o tratamento térmico, é necessário que o cacau apresente algumas propriedades básicas, isto é, níveis suficientes dos chamados precursores do sabor. Tais precursores são aminoácidos e açúcares redutores livres formados durante a etapa de fermentação e que reagem principalmente durante a torração através da Reação de Maillard (KEME, 1994).

No decorrer da torração, três fases importantes são destacadas:

- um aumento progressivo de temperatura do equipamento até 140-150°C;
- manutenção desta temperatura pelo tempo necessário para uma boa torração (de 20 a 40 minutos); e
- um resfriamento rápido para interromper o tratamento térmico no momento desejado (PEZOA, 1989).

As condições de torração dependem de vários fatores como origem da amêndoa, período de colheita, tratamentos anteriores à torração (fermentação, secagem, etc.), umidade, tamanho das amêndoas e *nibs* e características de sabor desejadas (BAUERMEISTER, 1981; PEZOA, 1989; MERMET *et al.*, 1992). Já as reações que ocorrem são afetadas por fatores tais como tempo, temperatura, conteúdo de água, valor de pH, assim como pela concentração dos precursores dos compostos aromáticos (KEME, 1994).

Esta operação térmica caracteriza-se pelos seguintes fenômenos:

- desenvolvimento do aroma pela reação de Maillard, a partir dos precursores formados durante a fermentação;
- perda do teor de água;
- diminuição dos ácidos voláteis, como o ácido acético;
- inativação das enzimas capazes de degradar a manteiga de cacau;
- desenvolvimento da cor típica do chocolate; e
- mudanças da textura dos cotilédones (mais quebradiça).

A torração pode ser feita nas amêndoas inteiras, nos *nibs* ou na massa de cacau, sendo que a transferência de calor nas amêndoas quebradas em *nibs* ocorre de maneira mais uniforme que nas amêndoas inteiras, podendo melhorar o desenvolvimento de sabor, aroma e cor (STAUFFER, 1994).

A Tabela 4 sintetiza as principais diferenças entre amêndoas, *nibs* e massa torradas.

TABELA 4. Comparação de diferentes métodos de torração.

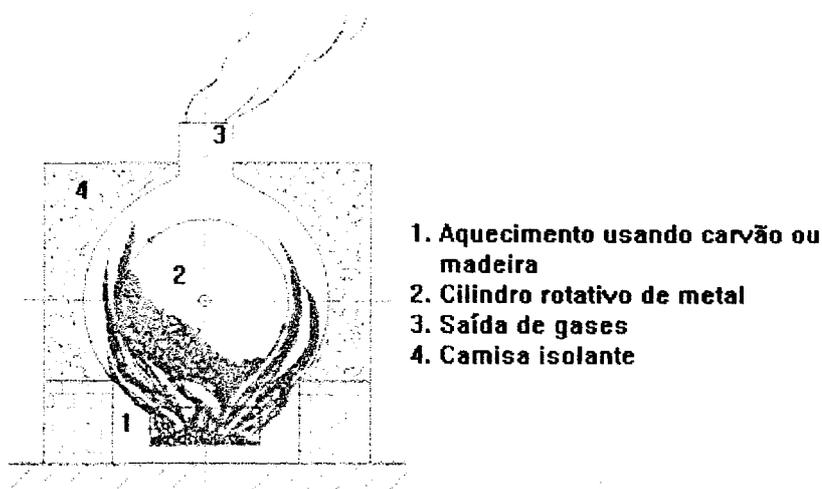
	<b>Amêndoas torradas</b>	<b><i>nibs</i> torrados</b>	<b>Massa/liquor torrados</b>
Produção de sabor	+	+	+
Qualidade superior	-	+	o
Extração de voláteis indesejáveis	-	+	+
Perda de gordura para a casca	-		
Obtém morte microbiana	+	+	o

Notas: + favorável                      o médio                      - pobre

Fonte: BECKETT, S. T., 1994.

Pode-se conduzir a torração de cacau através de equipamentos que funcionem por batelada ou em processo contínuo, sendo que, devido ao grande número de parâmetros que afetam o processo, na torração por batelada cada operador fica responsável pelo controle de tempo e temperatura (FADINI, 1998).

Segundo CHAIRMAN *et al.* (1970), nos torradores por batelada mais antigos o calor era transmitido por condução, através das paredes aquecidas dos equipamentos (Figura 2).



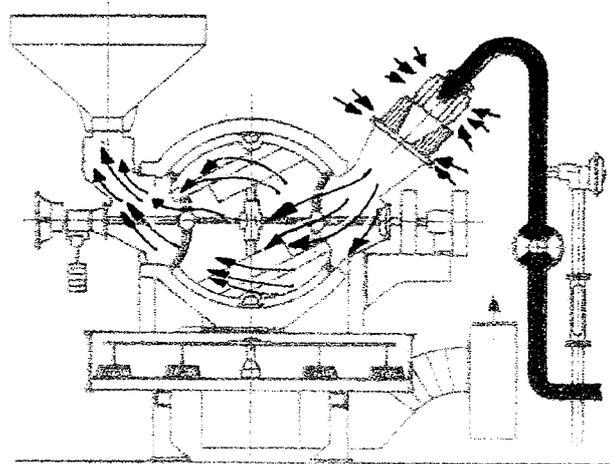
Fonte: CHAIRMAN, 1970

FIGURA 2. Esquema de um torrador de aquecimento por condução

Embora não tenham os mesmos parâmetros operacionais, tanto o processo contínuo quanto o por batelada podem levar a resultados práticos comparáveis, sendo que o fator econômico favorece o processo contínuo (MARTIN, 1987).

Os torradores por batelada podem ser tambores nos quais as amêndoas de cacau serão aquecidas pela condução de calor através das paredes do cilindro ou então, através da passagem de ar quente entre os grãos, reduzindo a

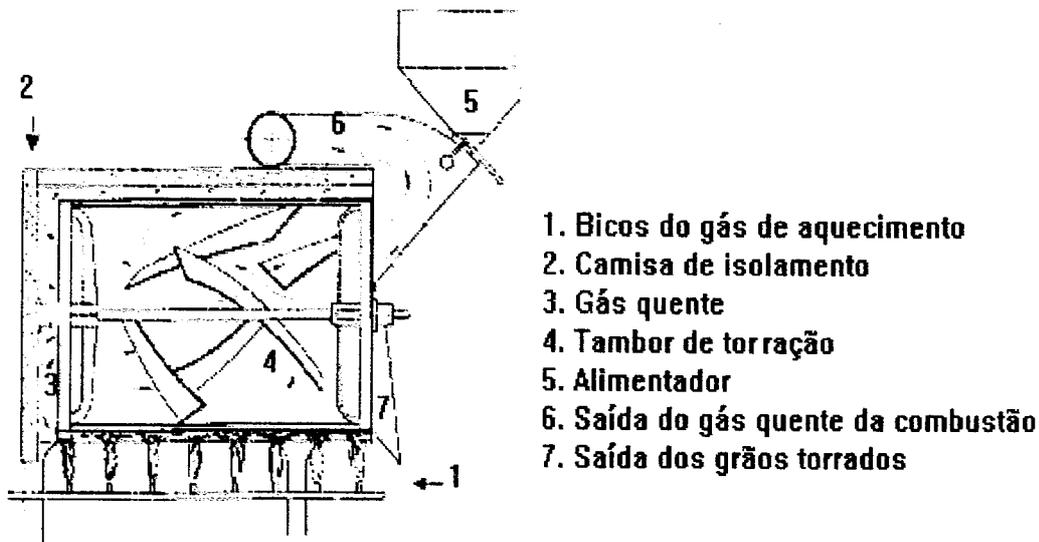
possibilidade de queima (MARTIN, 1987). Um tipo de torrador por batelada com passagem de ar quente entre os grãos é ilustrado na Figura 3.



Fonte: DROUVEN et al., 1996

FIGURA 3. Torrador esférico Barth

Há equipamentos por batelada onde há a combinação de transferência de calor por condução e convecção, sendo então, aquecido externamente e ainda com a passagem de ar quente entre os grãos (Figura 4).

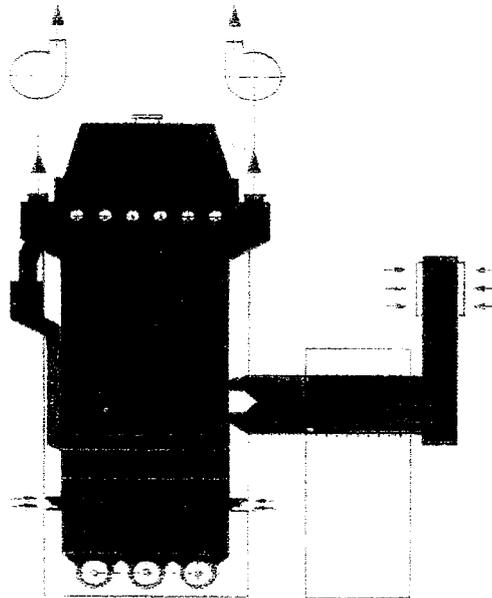


Fonte: MARTIN, 1987

FIGURA 4. Corte de um secador onde os grãos são aquecidos por condução e convecção.

Os sistemas contínuos mais antigos são freqüentemente aquecidos por fogo direto, e os mais modernos, na maioria das vezes, operam com a injeção de ar quente (MARTIN, 1987).

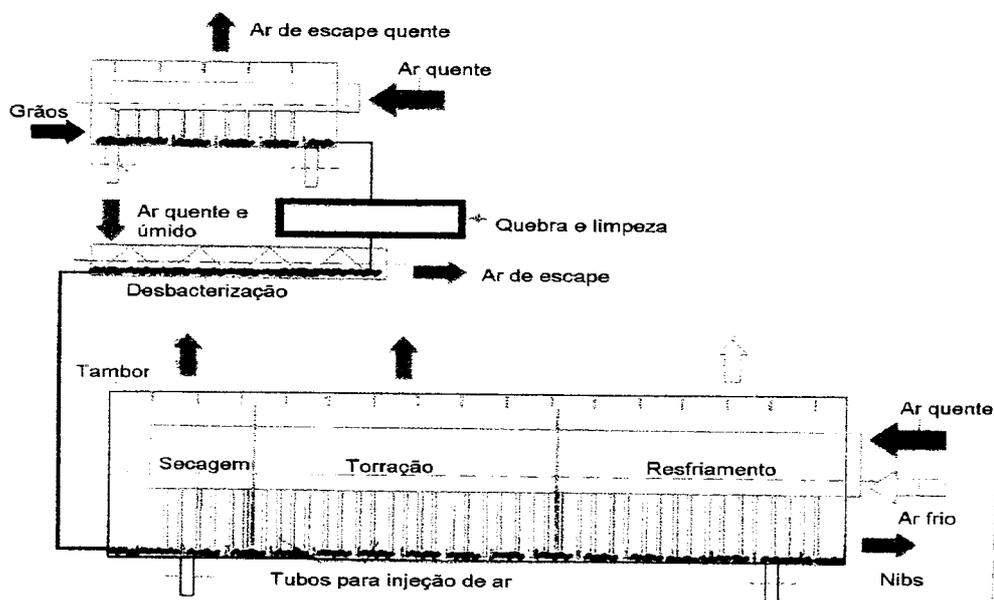
Um dos torradores contínuos mais comuns é aquele em forma de cascata, no qual os grãos descem por uma série de compartimentos, passando por uma coluna onde são pré-aquecidos, torrados e totalmente resfriados por convecção, numa direção tangencial à queda dos grãos (Figura 5).



Fonte: DROUVEN *et al.*, 1996

FIGURA 5. Corte de um torrador em cascata tipo Lehmann.

Um outro torrador contínuo é o tambor não perfurado dividido em várias câmaras, onde pequenas cargas são transportadas de uma câmara a outra e o ar quente passa através de bocais a uma velocidade variável. Há regulagem contínua de temperatura com um movimento regular dos produtos a serem torrados, e esfriamento integrado com possibilidade de torrar tanto os grãos quanto os *nibs*, sendo acoplado ao sistema de quebra e limpeza no caso de torração dos *nibs* (Figura 6) (DROUVEN *et al.*, 1996).



Fonte: DROUVEN et al., 1996

FIGURA 6. Torrador contínuo com tambor Probat (Fonte: DROUVEN et al., 1996).

Já nos torradores por leito fluidizado, o ar é aquecido numa caixa superior chamada "plenum" e é distribuído sobre os grãos que estão se movendo horizontalmente através de jatos. O princípio deste equipamento é baseado na alta velocidade do ar, curto tempo e alta temperatura (MARTIN, 1987).

Existe ainda uma versão de torrador que combina os princípios do processo contínuo com os do leito fluidizado, sendo que nesse caso o cilindro é dividido em vários compartimentos, nos quais podem ser feitos controles individuais de umidade e temperatura. A torração ocorre pela transmissão de calor por condução e pela ação de jatos de ar dentro da massa de grãos, tornando esse equipamento mais versátil que os por batelada ou os contínuos (MARTIN, 1987).

Segundo THORZ *et al.* (1984), quando a torração do cacau é conduzida nas amêndoas inteiras cabe ressaltar que:

- i. existe a necessidade de uma grande demanda de energia para penetrar a testa e atingir o grão, pois a transferência não ocorre de maneira uniforme devido à variação nos tamanhos dos grãos, que podem ser de diferentes origens de acordo com os "blendings" utilizados; ou ainda
- ii. aumenta-se o risco de contaminação bacteriana por insetos, devido ao fato de que a maior parte dos contaminantes encontram-se na superfície da casca.

Por outro lado, a torração feita nos *nibs* pode aumentar significativamente a qualidade e uniformidade do processo, reduzir a carga microbiana e fragmentos de insetos e ainda diminuir o gasto energético (THORZ *et al.*, 1984).

### **3.2. Desenvolvimento de compostos voláteis aromáticos**

Como dito anteriormente, o sabor envolve o gosto e o aroma, sendo o gosto sensações básicas devido aos compostos não voláteis (doce, salgado, amargo e ácido) e voláteis, e o aroma a sensação complexa dada por uma série de compostos voláteis. O aroma envolve um grande número de constituintes orgânicos com diferentes estruturas químicas e diferentes propriedades, estando presentes nos alimentos geralmente em nível de traços. Além disso, são compostos termolábeis que podem a qualquer aumento de temperatura serem rearranjados ou sofrerem ciclizações (FRANCO, 1992).

Assim como tantos outros sabores de ocorrência natural, o sabor de chocolate é o resultado de uma mistura complexa de um grande número de

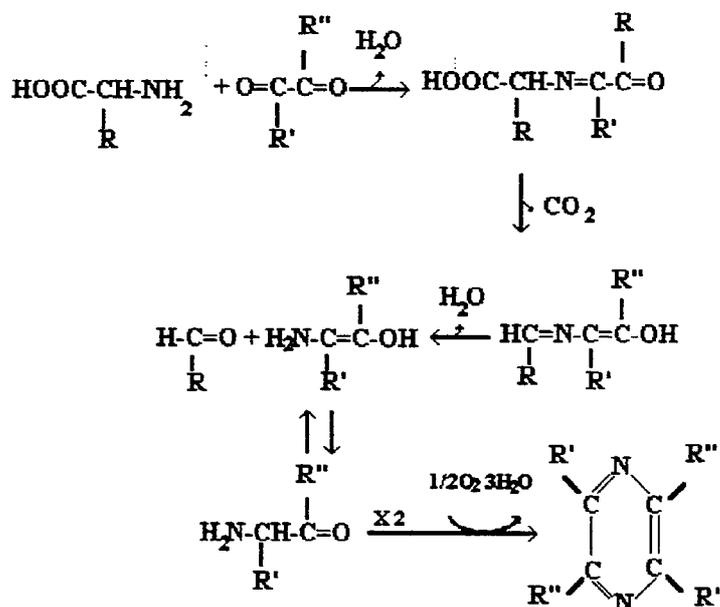
compostos, sendo assim impossível caracterizá-lo por um único componente (LOPEZ, 1979).

Durante a torração do cacau ocorre o desenvolvimento de aromas, principalmente pela reação de Maillard, a partir dos precursores formados durante a fermentação, sendo que as pirazinas são os compostos predominantemente formados.

As alquilpirazinas foram os primeiros compostos a serem reconhecidos como um dos importantes contribuintes do aroma de todos os alimentos torrados, assados ou tratados termicamente (MAGA, 1982).

REINECCIUS *et al.* (1972) mostraram que durante a torração de 100g de amêndoas de cacau, cerca de 1g de aminoácidos e açúcares são consumidos via Reação de Maillard, mas somente 142-698 $\mu$ g de pirazinas são formadas, porém o aroma produzido é extremamente importante. A formação de pirazinas durante a etapa de torração é afetada pela origem do cacau, sendo que os cacaos bem fermentados apresentam concentrações maiores, que aqueles que foram subfermentados.

Existem suposições de que os aminoácidos livres presentes na amêndoa de cacau se condensariam (depois da fermentação) com os açúcares disponíveis nos cotilédones para formar as cetonas, sendo que outros compostos dicarboxílicos se condensariam com os aminoácidos livres para formar os aldeídos e as aminas, dando resultado à formação das pirazinas por ciclização (BAREL *et al.*, 1983) (Figura 7).



Fonte: BAREL et al., 1983

FIGURA 7. Reação de formação de pirazinas

Segundo BAREL et al. (1985), as pirazinas representam 25% dos produtos identificados na fração aromática do chocolate. Apesar delas destacarem-se dentro do grupo dos componentes do aroma de cacau, não apresentam qualquer sabor característico de chocolate, sendo que o sabor de chocolate é o resultado da mistura complexa de um grande número de compostos presentes no cacau

A Tabela 05 mostra que dentre os compostos aromáticos identificados no aroma do cacau, as pirazinas representam o grupo com maior quantidade de componentes identificados.

TABELA 05. Componentes voláteis do aroma de cacau

COMPONENTES	n	COMPONENTES	n
<b>1. ALIFÁTICOS</b>	<b>(194)</b>	<b>4. HETEROCÍCLICOS</b>	<b>(201)</b>
Hidrocarbonetos	10	Compostos oxigenados	(37)
Álcoois	18	Furanos	22
Aldeídos	16	Sulfetos	01
Cetonas, dicetonas	18	Lactonas	06
Ácidos	35	Outros	08
Ésteres	44	Comp. nitrogenados	(140)
Éteres, acetaldeídos	06	Pirróis	14
Aminas	33	Pirróis (halogenados)	02
Nitrilos	01	Piridinas	13
Compostos de enxofre	10	Pirazinas	79
<b>2. ALICÍCLICOS</b>	<b>(20)</b>	Ciclopentapirazinas	13
Hidrocarbonetos	07	Quinoxaleinas	10
Álcoois	05	Outros	09
Cetonas, dicetonas	04	Tiazóis	09
Ésters	01	Oxazóis	15
Outros	03		
<b>3. AROMÁTICOS</b>	<b>(93)</b>		
Hidrocarbonetos	32		
Fenóis	08		
Álcoois	05		
Aldeídos	05		
Cetonas	05		
Ácidos	17		
Ésteres	13		
Éteres, acetaldeídos	02		
Compostos de nitrogênio	04		
Compostos de enxofre	02		

n= número de componentes

Fonte: SILWAR, 1988.

As pirazinas são componentes aromáticos heterocíclicos que aumentam de concentração gradualmente com o decorrer da torração, sendo que a diminuição no teor de algumas pirazinas na amêndoa é coincidente com o início da sobre-torrção. Isto certamente ocorre devido a volatilização das pirazinas, dado o aumento de temperatura (PEZOA, 1989; MERMET *et al.*, 1992).

A formação das metilpirazinas a partir de seus precursores está diretamente relacionada com o tempo e temperatura de torração, sendo que a tetrametilpirazina e a 2,5-dimetilpirazina têm sido consideradas boas indicadoras do grau de torração (BAUERMEISTER, 1981).

### 3.3. Principais constituintes voláteis do cupuaçu *in natura*

Atualmente a polpa constitui a forma mais utilizada do cupuaçu, possuindo aroma exótico e considerado agradável.

Segundo VELHO *et al.* (1991), os principais componentes voláteis encontrados na polpa (ácido 9-octodecanóico, ácido hexanoíco e piperazina) estavam também presentes em quantidades relativamente grandes nas sementes (Tabela 6). O ácido hexanodecanóico foi encontrado também no cacau (GIL *et al.*, 1984). E o principal volátil das sementes do cupuaçu, o acetaldeído benzeno, não foi encontrado na polpa.

TABELA 6. Composição dos constituintes voláteis da polpa e semente de cupuaçu.

Constituintes voláteis	Composição dos voláteis por parte de fruta (% do total de voláteis)	
	Polpa	Sementes
3-metil 2-heptanol	0,02	---
Acetoin	0,1	---
1,3-butanodiol	0,02	---
Dodecanal	4,2	0,3
Benzeno etanol	0,5	2,2
Piperazina	18,6	8,5
Ácido hexanodecanóico	19,4	6,3
Ácido undecanóico, 2,8-dimetil-metil éster	1,9	8,3
Ácido 9-octanodecanóico	24,4	11,1
Decil ciclohexano	4,6	4,0
Acetaldeído benzeno	---	30,4

FONTE: VELHO *et al.*, 1991.

Em outro estudo, FISCHER *et al.* (1995) realizaram diversos tipos de extrações para determinar os constituintes voláteis da polpa de cupuaçu. Utilizando-se extração com solvente, destilação à vácuo, destilação e extração simultâneas (SDE) e extração em fase sólida, foi possível a identificação de uma série de compostos. Os extratos obtidos em cada uma das extrações foram avaliados sensorialmente e aquele considerado melhor, foi avaliado por cromatografia gasosa, CG-olfatometria (CG-O) e CG com espectroscopia de massa, com a finalidade de se determinar tanto os principais constituintes do aroma do cupuaçu quanto aqueles com maior importância sensorial.

Dentre todos os compostos identificados (20 para a destilação à vácuo e 27 para extração em fase sólida), o 3-metil-butanol foi um dos que apresentou um aroma considerado de intensidade forte na CG-O, sendo característico similar a chocolate (FISCHER *et al.*, 1995).

### **3.4. Avaliação Sensorial**

A avaliação sensorial dos alimentos tem como principais objetivos oferecer subsídios que possam traduzir-se em melhoria de qualidade, observação dos efeitos do processamento ou armazenamento, e caracterização de produtos em estudo (AMERINE *et al.*, 1965).

A existência de técnicas para testes de caracterização sensorial permite a determinação do grau de aceitação, preferência ou diferença entre amostras. No entanto, essas técnicas existentes não dão uma total descrição do produto em termos de suas características sensoriais percebidas por um grupo de pessoas não treinadas.

Os métodos analíticos descritivos, descrevem as características percebidas e suas intensidades. A técnica inclui uma avaliação e comparação de sabores, discriminando-os seja pela descrição das impressões do produto como um todo, como por suas características individuais. Isso é fundado no conceito de que uma pessoa pode ser treinada para perceber e reconhecer características sensoriais individuais de um produto, o grau de sua intensidade, e com uso de treinamento apropriado, alcançar uma concordância com os outros membros do painel. Dessa forma, eles podem substituir a avaliação de um *expert* individual por um grupo de pessoas treinadas que proporcionam uma resposta coletiva a qual, na maioria dos métodos descritivos, podem ser analisadas estatisticamente (SILVA, 1992).

A análise descritiva quantitativa (ADQ) avalia, através de pontos, a aparência, a cor, o odor, o sabor e a textura de um produto, em ordem de detecção, resultando em uma completa descrição sensorial do produto em teste e fornecendo uma base para determinar as características que são importantes para a aceitação, tão bem quanto auxiliar na identificação dos ingredientes que servem de base de um produto, variáveis de processo, etc. (STONE *et al.*, 1985).

Como essa análise utiliza-se de uma descrição necessariamente verbal, a linguagem que se utiliza vai influir decisivamente na exatidão e na utilidade da informação que se obtém (DAMÁSIO *et al.*, 1991).

Existem diferentes métodos para a geração dos termos que descrevem as distintas características de um produto, entre eles pode-se ressaltar a Descrição Entrecruzada (Kelly's Repertory Grid ou método GRID).

O método GRID consiste essencialmente de um conjunto de amostras que são apresentadas aos provadores aos pares, sendo solicitado que eles elaborem

duas listas, uma de termos que representem similaridades entre as amostras e outra que representem diferenças, gerando-se assim um elevado número de termos. Listas muito amplas podem ser difíceis de analisar, portanto é necessário reduzi-las.

A seleção dos termos descritores, numa primeira fase, é realizada eliminando-se termos similares ou sinônimos, termos redundantes e ainda termos citados com baixa frequência, utilizando-se para tal uma discussão aberta entre o moderador (líder) e os provadores.

Numa segunda fase, existem diferentes metodologias que se podem utilizar na seleção, dentre elas pode-se citar: ANOVA (análise de variância), a análise discriminante por passos (AD), a análise de componentes principais (ACP) ou ainda a análise fatorial (AF).

A ANOVA é um dos sistemas mais comuns para estabelecer a capacidade discriminatória de um termo, determinando se existem diferenças significativas entre as amostras em relação àquele atributo avaliado (DAMÁSIO *et al.*, 1991). LYON (1987) utilizou este método em um estudo sobre o sabor de frango, sendo que foram avaliados 45 atributos em 4 amostras, dos quais somente 31 foram utilizados na avaliação após a análise de variância.

A qualidade dos dados sensoriais está diretamente relacionada com a equipe de provadores utilizada, o que torna a seleção e o treinamento de essencial importância à análise (DAMÁSIO *et al.*, 1991).

A seleção e o treinamento da equipe de provadores pode ser realizada utilizando-se diferentes métodos em função dos objetivos da análise, mas são

essenciais características como interesse, disponibilidade, normalidade na percepção fisiológica.

Para a seleção dos provadores utilizados na análise descritiva tem-se que considerar ainda o poder ou a capacidade discriminatória, a repetibilidade e ainda a concordância com a equipe (POWERS *et al.*, 1984).

No caso da capacidade de discriminação, freqüentemente utiliza-se ANOVA por provador e por atributo, calculando-se o valor de F estatístico ( $F_{amostra}$ ). Quanto maior é esse valor, maior é a capacidade discriminatória do provador. Porém, quando o número de atributos é grande, algumas vezes torna-se difícil a interpretação dos F, pois o provador pode apresentar diferentes valores de F's para uma mesma amostra nesses diferentes atributos. STONE *et al.* (1974) consideram que quando o valor de  $F_{amostra}$  de um provador para um atributo é significativo para  $p < 0,05$  é aceitável que ele contribua para a discriminação entre as amostras com relação àquele atributo (DAMÁSIO *et al.*, 1991).

Para avaliar a repetibilidade também pode-se utilizar a ANOVA por provador e por atributo, calculando-se o  $F_{sessões}$ , sendo que quanto menor é esse valor maior será a repetibilidade, isto é, provadores que obtêm um valor de  $F_{sessões}$  não significativo ( $p \leq 0,05$ ) são considerados reprodutíveis.

Já para a concordância com a equipe um dos métodos mais utilizados é a comparação entre as médias do provador por atributo com as médias da equipe por atributo, bem como suas diferenças significativas, utilizando-se por exemplo, o teste de TUKEY. Nesse caso é possível descartar provadores que distanciaram-se demasiadamente da equipe.

A análise dos dados é feita através da comparação dos valores obtidos em cada atributo para cada produto analisado. Adicionalmente, esse teste faz uso de um tipo multidimensional de representação visual para mostrar similaridades e diferenças.

ZAMALLOA (1994), utilizou a ADQ para avaliar amostras de liquor de cacau preparadas a partir de 10 clones diferentes e destacou a dificuldade apresentada pela equipe sensorial na avaliação, devido ao cacau ser considerado um produto bastante agressivo.

FADINI (1998), também utilizou a ADQ para comparar a eficiência de torração de cacau feita em processo convencional frente ao processo por microondas e verificou que, devido ao cacau ser um produto de sabor intenso e agressivo, a equipe sensorial deve ser bem treinada, visando minimizar as dificuldades presentes na análise.

### **3.4.1. Termos descritores de importância sensorial em chocolate**

Os termos mais freqüentemente usados para descrever o aroma e o sabor de chocolate podem ser subdivididos, segundo LOPEZ (1981), em:

- i. Sabor básico de chocolate: consistem daqueles aromas essenciais e característicos de chocolate (BROWN, 1958);
- ii. Sabor auxiliar: podem ser componentes do *sabor* básico ou outros não tão acentuados, dando uma característica especial ao chocolate; e
- iii. *Off-flavors*: podem ser alguns tipos de aromas incluindo aqueles citados acima que mascaram ou depreciam o chocolate.

Os sete componentes do sabor básico listados na Tabela 6 são considerados componentes essenciais do chocolate, e a falta ou o excesso de algum deles pode acarretar um desbalanceamento no sabor final, reduzindo a qualidade do produto final (LOPEZ, 1981).

TABELA 7. Alguns descritores usados na caracterização da qualidade do sabor de chocolate.

<b>Componentes básicos</b>	<b>Sabores auxiliares</b>	<b>Off-flavors</b>
Adstringência	---	Adstringência
Amargor	---	Amargor
Tannin-body	---	
Característica aromática	Mel	
	Malte	
	Fudge	
	Toffee	
	Caramelo	
Castanha	Castanha	
Ácido/Caract. de fruta	Ácido	Ácido/Azedo
	Passas	Passas
	Frutal	Fruta
Queimado	Queimado	Queimado
		Feijão
		Pungente
		Tabaco
		Herbal
		Condimentado
		Fenólico/Planta
		Pão
		Mofado
		Alcalino
		Peixe
		Medicinal
		Gorduroso
		Apresentado/Defumado

Fonte: LOPEZ, 1981.

## Definição dos descritores segundo LOPEZ (1981).

---

### “Sabores auxiliares”

**Ácido:** Um tipo de sabor que dá ao chocolate um sabor azedo. Causado por ácido acético residual e seus ésteres, assim como outros ácidos não voláteis da fermentação.

**Queimado:** sabor associado com castanhas, pão, biscoitos levemente queimados, mas não borracha, plástico, proteínas queimadas. Pode ser devido a fenóis como guaiacol, eugenol, etc., produzidos durante a fermentação.

**Caramelo:** Aroma fraco de açúcar caramelizado, doce e agradável, similar ao *toffee*. Não está claramente definida a situação sob a qual ele é produzido.

**Frutal:** Um aroma de éster similar ao de fruta fresca como ameixa, com um leve sabor residual ácido, mas não excessivo. Causado por ácido acético e seus ésteres assim como por outros ácidos voláteis e complexos fenólicos. Similar também a cerejas ou groselhas.

**Fudge:** Similar a uma bebida de chocolate com leite ou um chocolate caramelizado fraco, mas insípido em acidez, adstringência e amargor. Causado por sobre-fermentação.

**Mel:** Típico de mel natural. Um aroma e sabor doce e pesado. Similar a damasco produzido por complexos polifenólicos e de taninos.

**Malte:** Provavelmente devido a metabolismo microbiano e ou reações de Maillard que resultam na formação de pirazinas.

**Castanha:** Característico de castanhas levemente torradas, causado por polifenóis, proteínas torradas e pirazinas formadas pela reação de Maillard.

**Passas:** Típico de frutas secas tais como passas, ameixas secas e frutas secas em geral. Aroma bem encorpado formado de acidez, chamado de *juicy* devido a uma peculiar sensação ácida/azeda na boca. Causado por ácido acético, taninos e outros compostos aromáticos.

**Toffee:** Um sabor semelhante de rum com manteiga. Odor característico de pirazinas.

***Off-flavors***

**Ácido/azedo:** Vinagre ou vinho azedo. Pode ser picante ou azedo, permanecendo como azedo. Sabor residual que fica na boca, mascarando o chocolate e outros aromas mais fracos. Causado por fermentação ácida.

**Alcalino:** Sabor de sabão, limbozo. Típico sabor de compostos básicos tais como aminas. Ocorre em cacaos sobre-fermentados, provavelmente de metabólitos de fungos.

**Adstringente:** Gosto metálico, sensação desagradável nos dentes e na língua. Causado por cacau sub-fermentado.

**Feijão:** Típico de proteínas ou feijão torrados. Um aroma característico e desagradável que surge provavelmente devido a ação de calor em proteínas não hidrolisadas em amêndoas pouco ou demasiadamente fermentadas.

**Pão:** um aroma típico fermentado mais notado em chocolates fracos. Embora não desagradável, ele deprecia o chocolate.

**Queimado:** Aroma ácido penetrante e neste caso não considerado como em *sabor* auxiliar. São produzidos por amêndoas queimadas ou sobre-torradas.

**Amargo:** Constitui um "off-flavor" quando presente em excesso. Resulta de uma fermentação pobre e situações nas quais a difusão da amêndoa é diminuída.

**Terroso:** Típico de terra molhada que permanece como um sabor residual. Frequentemente chamado de poeira. Quando associado a altos pHs pode haver também um leve sabor de sabão. Pode ser causado por sobre-aeração e secagem prolongada da qual resulta o crescimento de bolores e fungos.

**Peixe:** Odor típico de metil e etil amina ou quando acurado de sardinha, quando não remanescente de peixe fresco. Provavelmente devido à descarboxilação de aminoácidos sob condições putrefativas.

**Frutal:** Um forte aroma azedo/ácido o qual geralmente mascara outros mais fracos porém importantes.

**Apresentado/defumado:** Aroma de carne ou queijo defumados. Sob certas condições um forte aroma de fumaça predomina causando o aroma de defumado. Sob certas condições um aroma típico de presunto é predominante. Estes aromas são freqüentemente causados por contaminação de fumaça durante a secagem, mas também pode ocorrer em menor extensão da sobre-fermentação.

**Herbal:** Aroma vegetal como o da folha de louro. É usualmente azedo e não tão aromático quanto o de especiarias.

**Medicinal:** Sabor remanescente de xarope de tosse ou outros álcoois baseados em xaropes medicinais.

**Oleoso:** Sensação oleosa, gordurosa na boca, é desagradável. Geralmente encontrado em cacau sobre-fermentado.

**Fenólico:** Aroma penetrante e desagradável. Remanescente de plantas verdes, parecido com folhas de acácia.

**Pungente:** Um sabor que prende na garganta. Um sabor picante semelhante a rabanete ou a mostarda.

**Especiaria:** Aroma distinto de especiarias como cravo da Índia, canela, etc.

**Tabaco:** Similar a folha de tabaco.

---

Segundo FADINI (1998), no desenvolvimento de terminologia descritiva para ADQ de cacau torrado por dois métodos diferentes, 10 termos descritores

foram selecionados como de maior importância dentre os 83 citados pela equipe (Tabela 8).

TABELA 8. Termos descritivos selecionados pela equipe sensorial para aparência, aroma e sabor de cacau torrado.

	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>APARÊNCIA</b>	Cor Marrom
	Gordurosa
<b>AROMA</b>	Chocolate
	Ácido
	Torrado
<b>SABOR</b>	Chocolate
	Ácido
	Amargo
	Torrado
	Adstringente

## **4.MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material**

#### **4.1.1. Amêndoas de cupuaçu e cacau**

Foram utilizadas amêndoas de cupuaçu fermentadas e secas, fornecidas por produtores de regiões de plantio do Pará e Amazonas, bem como amêndoas fermentadas na Cooperativa Agrícola Mista de Tome-Açu (CAMTA) seguindo metodologia proposta por VASCONCELOS (1999).

Utilizou-se amêndoas de cacau também fermentadas e secas, da variedade Forastero provenientes da indústria Indeca, processadora de cacau localizada em Embú – SP.

#### **4.1.2. Equipamentos e aparelhos**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados da FEA (Faculdade de Engenharia de Alimentos) – UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), bem como nas dependências do ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos).

Equipamentos e aparelhos utilizados:

- Balança analítica digital Oertling, modelo LA 164
- Balança semi-analítica Metler, Toledo modelo P1210.
- Bloco digestor de proteínas TECHNICOM - BD - 40.

- Centrífuga Fanem, modelo 204 - N.
- Circulador de água com refrigeração, PolyScience, modelo 9000.
- Cromatógrafo a Gás Varian, modelo 3400 e Integrador Varian, modelo 4400.
- Destilador de nitrogênio Tecnal, modelo TE - 036.
- Determinador de umidade Karl Fischer, modelo Titroline alpha, marca Schott.
- Espectrofotômetro UV/V BECKMAN, modelo DU-70.
- Estufa Fanem, modelo 315 - SE.
- Extrator de Gorduras tipo Soxhlet Fanem, modelo 170-1.
- Micro extrator-destilador tipo Likens & Nickerson, adaptado a um destilador de nitrogênio, marca Tecnal.
- Moinho de facas ICMA, Tipo Rietz.
- Moinho de cilindros IKA-UNIVERSAL MUHLE M20, JANKE&KUNKEL.
- Mufla Engro, modelo 355 - L.
- pHmetro Micronal, modelo B - 374.
- Separador de testa de amêndoas por fluxo de ar, fabricado no DTA UNICAMP.
- Termômetro digital marca OHM.
- Termopares.
- Torrador elétrico rotativo de laboratório PROBAT-WERKE.
- Vibrador de peneiras Produtest.
- Outros aparelhos e materiais comuns de laboratório e planta piloto.

#### **4.1.3. Reagentes**

Os reagentes utilizados nas análises químicas foram aqueles próprios para análise (p.a.) e de diferentes procedências: Merck, Cinética Química Ltda. e Grupo Química. Os padrões de pirazinas etil, 2-metil; 2,3-di; 2,5-di; 2,6-di, 2,3,5-tri e 2,3,5,6-tetra metil pirazinas utilizados foram procedentes da Aldrich Chemical Company, bem como o padrão interno 4-etil piridina.

## **4.2. Métodos**

- **Cupuaçu**

As amêndoas foram fermentadas e secas na CAMTA segundo proposto por VASCONCELOS (1999), onde foram colocadas para fermentar em caixas de madeira T-60, utilizando folhas de bananeira cortadas ao meio para auxiliar a fermentação. Após as primeiras 48 horas de fermentação procedeu-se o revolvimento das amêndoas para iniciar a fermentação aeróbia, a qual foi conduzida até atingir-se o ponto final, controlado pela evolução da temperatura, totalizando 7 dias de fermentação. Após a fermentação, as amêndoas foram espalhadas no terreiro para a secagem natural até uma umidade final de aproximadamente 5%.

Ao final da secagem as amêndoas foram pré-selecionadas separando-se as folhas, cascas, pedras e outros materiais estranhos, e então, acondicionadas em sacos para o transporte.

As amostras foram transportadas da CAMTA para o laboratório de frutas da UNICAMP e acondicionadas sob refrigeração para posterior realização dos testes.

Partindo-se das amostras já fermentadas e secas o processamento empregado seguiu a metodologia descrita no fluxograma da Figura 8.

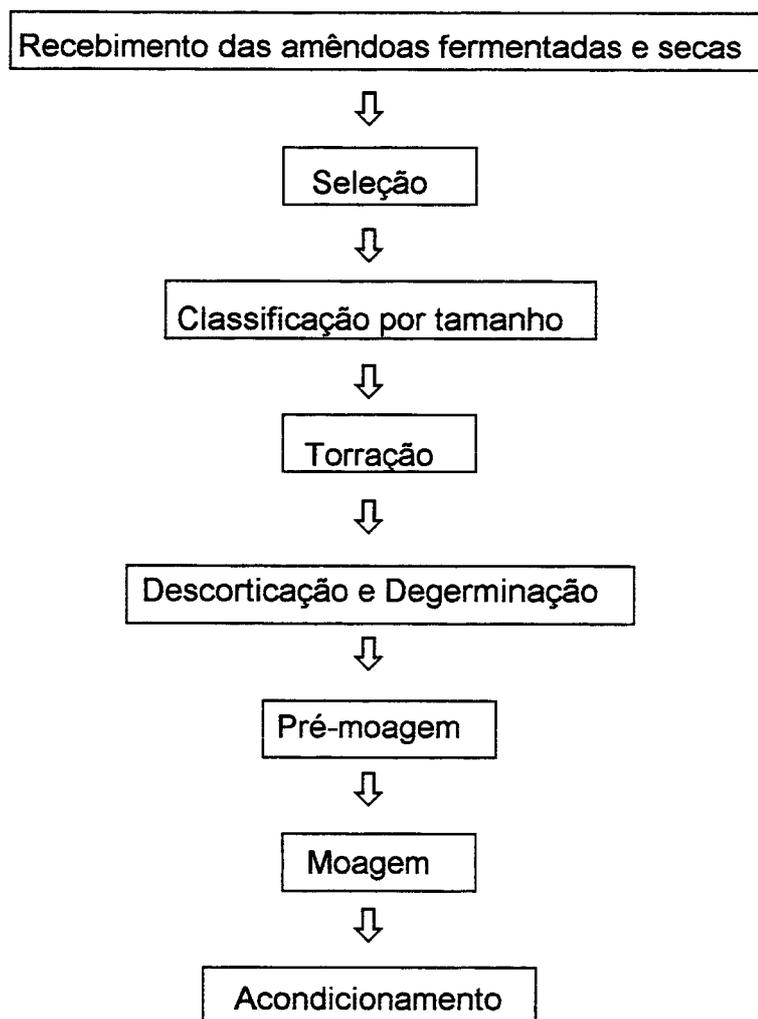


FIGURA 8. Fluxograma geral de processamento das amêndoas de cupuaçu com a torração feita nas amêndoas inteiras.

- **Cacau**

Utilizou-se amêndoas de cacau fermentadas e secas como para o cupuaçu, porém nesse caso elas foram torradas na forma de *nibs*, por isso tiveram que passar por uma etapa de preparo dos *nibs*, onde foram fragmentadas em moinho

de facas, sendo a testa e o gérmen separados por diferença de densidade, com o auxílio de uma coluna de ar e peneiras. Os *nibs* foram ainda, separados por tamanho, sendo que aqueles com 2 a 6 mm foram selecionados e aqueles com tamanho superior a 6 mm foram novamente submetidos ao processo de quebra. Os fragmentos inferiores a esses foram descartados.

#### **4.2.1. Recebimento das amêndoas fermentadas e secas**

As amêndoas foram recebidas embaladas em sacos de juta, sendo então separadas em lotes menores de aproximadamente 10 kg, etiquetadas e armazenadas em câmara de refrigeração a 5°C.

#### **4.2.2. Seleção e classificação (Prova de corte - "Cut-test")**

As amêndoas fermentadas e secas foram selecionadas e classificadas utilizando-se a prova de corte, conforme método proposto na Resolução Número 42 do Conselho Nacional de Comércio Exterior (CONCEX, 1968), a qual admite a tolerância dos seguintes defeitos:

- a) amêndoas mofadas e danificadas por insetos, total máximo de 4% (contadas e não pesadas) e não mais de 2% de cada defeito isoladamente, sem que a soma ultrapasse a tolerância máxima de 4%;
- b) amêndoas ardósias, máximo de 2% contadas; e
- c) amêndoas germinadas, achatadas e/ou outros defeitos, não ultrapasse a tolerância máxima de 2% contadas.

Utilizou-se para esta prova de corte 3 lotes de 100 amêndoas retiradas aleatoriamente dos sacos, as quais foram seccionadas longitudinalmente e

observadas uma a uma de acordo com o método proposto acima, sendo os resultados apresentados como a média das 3 provas.

#### 4.2.3. Classificação por tamanho

Foram eliminadas manualmente as amêndoas muito pequenas, achatadas e impróprias para o processamento.

#### 4.2.4. Torração

A torração foi efetuada utilizando-se forno elétrico rotativo escala piloto marca PROBAT (Figura 9), em lotes de 250g de *nibs* para o cacau e 250g de amêndoas inteiras para o cupuaçu.

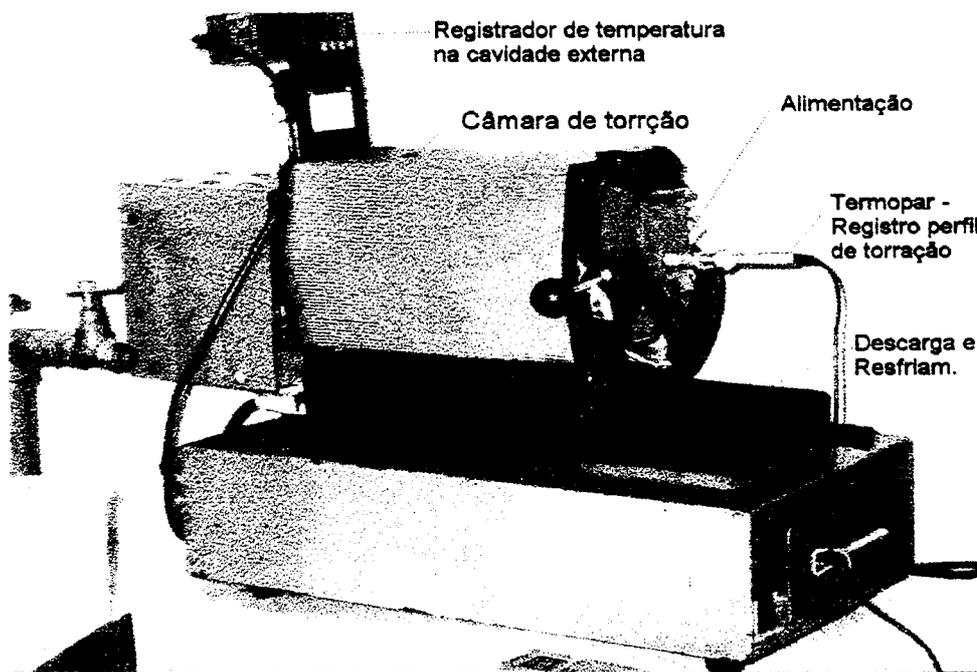


Figura 9. Torrador marca Probat escala piloto

Pretendia-se trabalhar com o cupuaçu tanto na forma de amêndoas como na forma de *nibs*, porém as amêndoas utilizadas estavam muito secas e quando eram fragmentadas acabavam esfarelado demasiadamente, tornando o rendimento em *nibs* muito baixo. Outro fato foi que a coluna de ar utilizada para separação da testa do cacau não deu bons resultados para o cupuaçu. Optou-se, dessa forma por torrar as amêndoas inteiras e descascá-las posteriormente.

Segundo FADINI (1998), em estudo preliminar realizado com o cacau, utilizando o mesmo equipamento, definiu-se que uma torração à temperatura de 150°C na camisa do torrador (cavidade externa) por 38 minutos na forma de *nibs* foi considerada ideal para o máximo desenvolvimento dos compostos aromáticos.

Pelo cupuaçu ser considerado semelhante ao cacau em termos de composição físico-química, optou-se por torrar as amêndoas utilizando as mesmas condições de temperatura (150°C) e variando-se inicialmente o tempo de 5 em 5 minutos numa faixa de 30 a 50 minutos. As amostras obtidas nesta torração preliminar foram avaliadas sensorialmente por um *expert* em torração de cacau, sendo então, estabelecida uma faixa ideal de trabalho em torno de 38 a 44 minutos, com gradiente de 2 minutos.

Dessa forma, as amostras foram torradas com temperatura de 150°C na camisa do torrador, em tempos de 38, 40, 42 e 44 minutos. Foi acoplado um termopar no interior do torrador, sendo registrado de 1 e 1 minuto o aumento de temperatura na cavidade interna, onde as amostras eram colocadas para torrar.

Após a torração, o produto foi imediatamente resfriado e acondicionado em embalagens de filme de polietileno, sendo então, mantido em refrigerador até posterior utilização.

#### **4.2.5. Preparação da amostra torrada para realização de análises posteriores**

Os *nibs* de cacau já torrados foram moídos em moinho de rolos em operações repetidas, diminuindo a distância entre os rolos até a obtenção de uma granulometria mais fina.

As amêndoas de cupuaçu foram quebradas em moinhos de facas e as cascas separadas manualmente através do uso de peneiras. Os *nibs* obtidos foram também moídos como os de cacau.

Essas massas foram finamente refinadas em moinho de três cilindros com refrigeração, para a obtenção de um liquor com partículas impalpáveis, o qual foi utilizado posteriormente para realização de análise sensorial, bem como para a análise dos compostos voláteis por cromatografia.

#### **4.2.6. Características físicas e químicas das amêndoas de cupuaçu**

As características físico-químicas foram avaliadas utilizando-se os métodos analíticos descritos a seguir, sendo realizadas para as amêndoas de cacau e para as amêndoas de cupuaçu, em triplicata:

**4.2.6.1. Teor de umidade:** medido utilizando o método 977.10 da AOAC (1990), Karl Fischer Method, através do aparelho TitroLine Alpha da Schott.

**4.2.6.2. Teor de proteína:** determinado pelo método 13.011 da AOAC (1984), prova macro Kjeldahl.

**4.2.6.3. Teor de lipídeos:** obtido por soxhlet diretamente na amostra, segundo método 13.012 AOAC - OICC (1984).

**4.2.6.4. Teor de cinzas:** determinado por carbonização das amostras até cessar a liberação de fumaça e posteriormente calcinadas em mufla a 600°C até peso constante, segundo método 13.013 da AOAC - OICC (1984).

**4.2.6.5. Teor de fibras:** determinado utilizando-se o método *Acid Detergent Fibre* (ADF), segundo *Agriculture Hand Book 75*, (1970).

**4.2.6.6. Teor de carboidratos totais:** calculado por diferença, sendo:

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ lipídeos}).$$

**4.2.6.7. Valor calórico total:** calculado pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos totais multiplicados pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de lipídeos multiplicado pelo fator 9 (kcal/g), segundo KALIL, 1975; PASSMORE, 1975 e USDA, 1963.

#### **4.2.6.8. Teor de teobromina e cafeína**

A partir de uma única amostra, utilizou-se extração líquida-líquida e separação de cafeína e teobromina através do ajuste de pH das soluções aquosas, e posterior leitura em Espectrofotômetro, segundo método proposto por SHUFEN *et al.* (1990).

#### **4.2.6.9. Porcentagem de cascas (testa), gérmen e cotilédone**

Pesou-se em triplicata 100g de amêndoas, separando-se manualmente a testa, o gérmen e o cotilédone. As frações obtidas foram pesadas determinando-se assim a porcentagem de cada uma para as amêndoas de cacau e cupuaçu.

#### **4.2.6.10. Rendimento**

Calculado como porcentagem de *nibs* com tamanhos de 2-6 mm obtidos após quebra das amêndoas e separação da testa e gérmen em coluna de ar e peneiras.

#### 4.2.7. Extração, separação, identificação e dosagem de alquilpirazinas.

##### 4.2.7.1. Extração dos voláteis utilizando-se um micro-extrator do tipo LIKENS & NICKERSON.

Para a extração dos compostos voláteis tanto do cacau quanto do cupuaçu utilizou-se o micro-extrator do tipo LIKENS & NICKERSON adaptado a um destilador do tipo utilizado para nitrogênio (Figura 10).

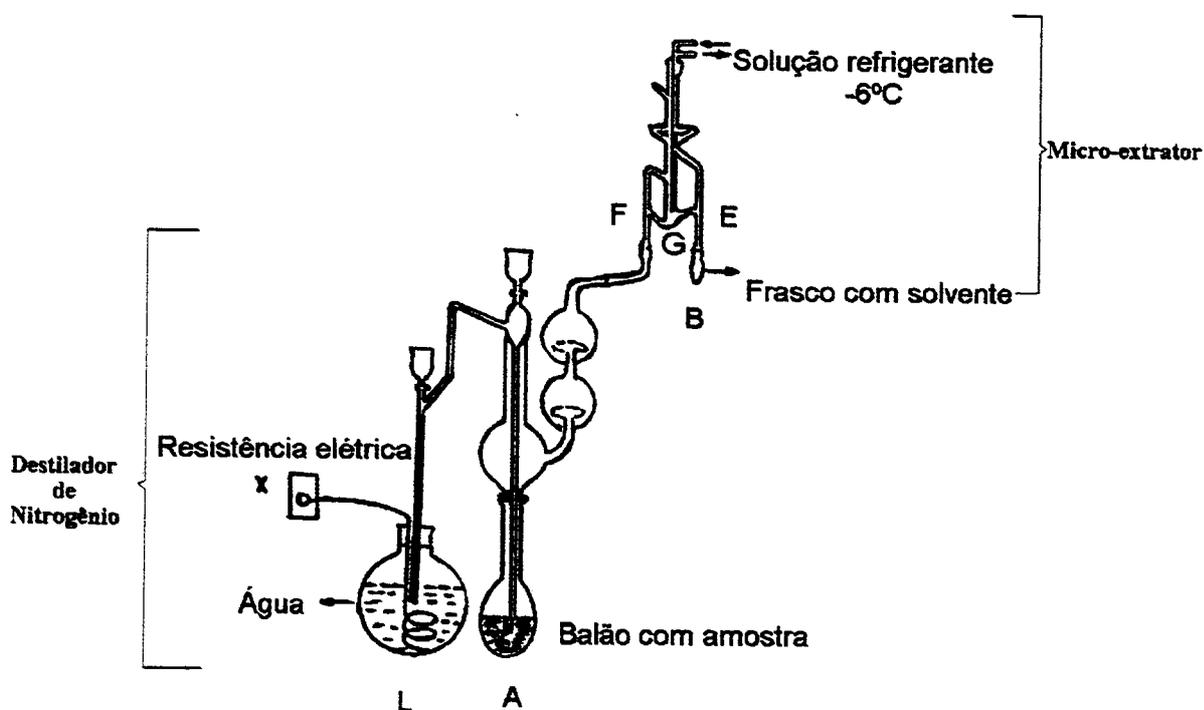


FIGURA 10. Micro extrator-destilador do tipo Likens & Nickerson acoplado a um destilador por arraste de vapor.

Após a montagem do equipamento colocou-se na câmara G do extrator 1,5 ml de água destilada e 1,5 ml de solvente de extração (mistura de n-pentano e

éter-etílico 2:1 v/v) até alcançar-se o nível de rebalse do ramal F. Dessa forma, foi possível extrair-se os voláteis continuamente através do arraste pelo vapor de água e solvente.

No balão A tipo Kjeldhal de 250 ml colocou-se 30g de amostra, 10g de NaCl e 20 ml de água destilada, e no frasco B do extrator colocou-se o solvente de extração insolúvel em água.

O balão L foi adicionado de água, que foi aquecida através de uma resistência elétrica produzindo vapor de água. Este vapor passava pelo balão A, arrastando assim os compostos voláteis da amostra para o micro-extrator.

O frasco B do extrator foi aquecido separadamente até atingir uma ebulição moderada (a 40-45°C), sendo que a coluna de condensação do micro-extrator era resfriada por uma solução de álcool/água (1:2), com temperatura de -6°C, condensando no interior do extrator os vapores de água contendo os componentes voláteis e o solvente no qual esses componentes são solúveis.

Em seguida, a fase aquosa foi separada do solvente por diferença de densidade na câmara G. O excesso de solvente contendo os componentes voláteis foi sendo recolhido no frasco B pelo ramal E e o excesso de água recolhido no balão A pelo ramal F.

Dessa forma, os componentes voláteis foram coletados com quantidades mínimas de solvente (1,5-2 ml), sendo que este extrato obtido foi injetado diretamente no cromatógrafo gasoso, após a desidratação com sulfato de potássio.

#### **4.2.7.2. Separação, identificação e dosagem de alquilpirazinas por cromatografia gasosa.**

Na separação e quantificação dos derivados pirazínicos estudados, utilizou-se um cromatógrafo a gás VARIAN, modelo 3400, com detector de ionização de chama (FID) acoplado a um integrador VARIAN, modelo 4400.

Após uma série de testes definiu-se como ideais as seguintes condições de análises:

- Coluna capilar de sílica fundida de 30m de comprimento e 0,248 mm de diâmetro interno, com fase líquida D.B. Wax.
- Gás de arraste: hidrogênio, com fluxo de 1 ml/min e pressão de 8 psi.
- Make-up* gás: nitrogênio com fluxo de 29 ml/min mais 1ml/min de hidrogênio.
- Fluxo de hidrogênio no detector: 30 ml/min.
- Fluxo de ar sintético no detector: 300 ml/min.
- Temperatura do detector: 250°C.
- Temperatura do injetor: 230°C.
- Volume injetado da amostra: 5 µl

-Tipo de injeção: *Splitless* de Grobs.

-Período do *Splitless*: 0,40 min.

-Solvente n-Pentano e Éter Etilico (2:1 v/v)

-Programação de temperatura:

- inicial: 50°C
- final: 210°C
- Programação: 50 a 100°C, com gradiente de 2°C/min.  
100 a 210°C com gradiente de 10°C/min.

As metilpirazinas foram identificadas usando-se os respectivos padrões: 2-metil; 2,3-di; 2,5-di; 2,6-di; etil; 2,3,5-tri e 2,3,5,6-tetra metil pirazinas, sendo preparada uma mistura adicionando-se 50µl de cada padrão diluído em 100 ml de solvente. Para a obtenção de um bom cromatograma definiu-se um volume de injeção de 0,2µl.

Os cálculos das concentrações das pirazinas foram feitos através da adição de 80µl de uma solução 50µl/200ml de 4 etil piridina diluída em solvente como padrão interno ao extrato aromático concentrado até aproximadamente 1ml.

A equação resumida para a determinação da concentração de cada pirazina utilizada foi a seguinte:

$$\mu\text{g de pirazina} = \frac{A_p \times C_r \times M_{pi}}{A_{pi}}$$

Sendo:

- $A_p$  = área do pico da alquilpirazina na amostra.
- $A_{pi}$  = área do pico do padrão interno na amostra.
- $Cr$  = coeficiente de resposta da alquilpirazina relativa ao padrão interno.
- $M_{pi}$  = massa do padrão interno em  $\mu\text{g}$ .

#### **4.2.8. Avaliação sensorial.**

##### **4.2.8.1. Amostras avaliadas**

As amostras de cupuaçu torradas em diferentes tempos, e a do cacau, utilizadas na avaliação sensorial, bem como na análise cromatográfica foram as seguintes:

CP 38: amêndoa torrada por 38 minutos / 150°C

CP 40: amêndoa torrada por 40 minutos / 150°C

CP 42: amêndoa torrada por 42 minutos / 150°C

CP 44: amêndoa torrada por 44 minutos / 150°C

CA 38: *nibs* de cacau torrado por 38 minutos / 150°C

#### **4.2.8.2. Condições de teste**

Os testes foram conduzidos no laboratório de Análise Sensorial do ITAL, que dispunha de uma área para preparação das amostras, uma área de testes com cabines individuais providas de luzes branca e vermelha e sistema computadorizado para a avaliação, e uma área separada para análises com discussão aberta com os provadores.

#### **4.2.8.3. Preparação e apresentação das amostras**

As amostras foram preparadas suspendendo-se o liquor de cacau e cupuaçu em água fervente numa concentração de 5%, sendo então, servidas aos provadores à temperatura de 50°C. Utilizou-se para tal copos plásticos de 50ml, codificados com três dígitos.

#### **4.2.8.4. Escolha das amostras para a análise descritiva**

Inicialmente realizou-se testes de diferença entre as amostras, utilizando-se testes triangulares com 20 provadores para determinar-se quais amostras diferiam entre si, e que seriam, portanto, utilizadas na análise descritiva. Porém, como as amostras avaliadas não eram comuns, os provadores dificilmente perceberam diferença entre elas sem um treinamento prévio, por isso optou-se por iniciar a análise descritiva com as 5 amostras estudadas (4 de cupuaçu torradas em diferentes tempos e 1 de cacau).

#### 4.2.8.5. Desenvolvimento de terminologia descritiva

Aplicou-se o método Grid (MOSKOWITZ, 1983) para as amostras a serem avaliadas afim de obter -se uma lista de descritores.

Foram apresentadas aos 20 provadores duas amostras de cada vez solicitando-se que eles anotassem as similaridades e diferenças entre elas, quanto aos atributos de aparência, aroma e sabor, segundo o exemplo de ficha da Figura 11.

NOME: _____ DATA: ____/____/____		
Por favor, avalie o par de amostras e descreva em que são similares e em que são diferentes quanto à aparência, aroma e sabor.		
Amostras: _____ e _____		
	SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
APARÊNCIA		
AROMA		
SABOR		

FIGURA 11. Modelo de ficha para aplicação do GRID.

Realizou-se posteriormente discussões abertas com os provadores para a elaboração de uma lista dos descritores mais importantes, eliminando-se termos sinônimos, duvidosos ou redundantes e ainda aqueles que apareceram com uma frequência baixa. Nesta fase iniciou-se com os 20 provadores e ao final somente 15 puderam participar efetivamente do treinamento, optando-se, quando possível, por aqueles que tinham maior experiência em análise descritiva por trabalharem no laboratório de análise sensorial do ITAL.

Para cada atributo selecionado, em concordância com a equipe, quando possível, foi apresentado um material de referência, bem como referências de extremos de escala para padronizar os provadores no uso de cada termo descritivo.

A intensidade de cada descritor ou atributo foi fixada em uma escala não estruturada de 10cm, ancorada por extremos que variavam de fraco para forte, baixa para alta, nenhuma para alta e assim por diante, com os quais foi possível a elaboração da ficha de avaliação para as amostras.

#### **4.2.8.6. Treinamento e seleção dos provadores**

A equipe de provadores foi reunida em sessões de treinamento onde apresentou-se amostras de referências com seus respectivos extremos de escala para cada um dos atributos selecionados, para que eles pudessem estar na mesma região da escala de avaliação.

Para a etapa de seleção dos provadores as amostras foram servidas através de delineamento de blocos completos casualizados onde cada provador provou as 5 amostras com 3 repetições, utilizando-se a ficha de avaliação com os

extremos de escala para os atributos selecionados. Com isto foi possível selecionar os provadores com maior poder de discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe, utilizando-se para tal análises estatísticas. Através do pacote estatístico SAS (1989) pode-se fazer a análise de variância (ANOVA) para cada provador por atributo, considerando-se as causas de variação amostra e repetição, obtendo-se a probabilidade de  $F_{amostra}$  e a probabilidade de  $F_{repetição}$ , que foram utilizadas na seleção dos provadores com base em seu poder de discriminação ( $F_{amostra}$  significativo para  $p \leq 0,50$ ) e repetibilidade ( $F_{repetição}$  não significativo para  $p > 0,05$ ) entre as amostras. Fez-se ainda o teste de Tukey para obter-se a comparação entre as médias da equipe por atributo e poder compará-las com as médias por provador por atributo, e assim selecionar os provadores que concordavam com a equipe.

#### **4.2.8.7. Retreinamento da equipe e avaliação das amostras**

Após a seleção dos provadores com base em seu poder de discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe, fez-se um retreinamento com aqueles que mesmo selecionados ainda apresentavam um certo desvio, utilizando-se para tal a avaliação dos extremos de escala para os atributos com maior dificuldade de percepção para esses provadores. Nesse caso foram realizadas sessões individuais com cada um deles.

Feito esse retreinamento as amostras foram servidas utilizando-se a apresentação de blocos completos casualizados, onde novamente os provadores puderam avaliar as 5 amostras em três repetições.

As amostras foram servidas em copos plásticos descartáveis de 50ml, codificados com três dígitos a uma temperatura de 50°C e os padrões e

referências de extremos de escala foram mantidos a disposição dos provadores durante todas as sessões de avaliação.

#### **4.2.8.8. Análise dos resultados**

Utilizou-se a ANOVA de dois fatores (amostra e provador) e também aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias das amostras. Através do uso do pacote estatístico SAS (1989) fez-se ainda a análise de componentes principais (ACP), apresentando-se os resultados de forma tabular e gráfica.

#### **4.2.9. Teste de aceitação**

Com a amostra de cupuaçu torrada escolhida com melhores resultados de sabor e aroma de chocolate, elaborou-se um produto final (*cupulate*) formulado com 55% de liquor de cupuaçu e 45% de açúcar.

O *cupulate* foi formulado de maneira similar à fabricação de um chocolate, seguindo as etapas de refino, conchagem, temperagem, resfriamento e desmoldagem.

Realizou-se o refino da mistura em moinho de três cilindros com o mínimo espaçamento possível entre os cilindros até a obtenção de uma massa refinada.

Foi realizada uma simulação da conchagem, utilizando-se uma batedeira planetária acoplada em um banho-maria com temperatura média de 60°C, permanecendo por aproximadamente 8 horas sob constante agitação.

A massa conchada foi temperada em mesa de mármore até temperatura de

30°C, posteriormente foi moldada em formas de policarbonato, acondicionada em geladeira para o endurecimento e finalmente desmoldada.

O *cupulate* obtido foi submetido à análise sensorial de aceitação, utilizando-se uma ficha com escala hedônica estruturada de 9 pontos (Figura 12).

Nome: _____		Data: _____	
Por favor, avalie a amostra de <i>Cupulate</i> EM RELAÇÃO AO SABOR e descreva o quanto você gostou ou desgostou DO SABOR usando a escala abaixo.			
_____	Gostei muitíssimo		
_____	Gostei muito		
_____	Gostei moderadamente		
_____	Gostei levemente		
_____	Nem gostei nem desgostei		
_____	Desgostei levemente		
_____	Desgostei moderadamente		
_____	Desgostei muito		
_____	Desgostei muitíssimo		
Agora, comente, por favor, o que você mais gostou e menos gostou EM RELAÇÃO AO SABOR da amostra.			
	Mais gostei		Menos gostei
	_____		_____
	_____		_____

FIGURA 12. Modelo ilustrativo de ficha utilizada para análise sensorial de aceitação.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Caracterização da matéria-prima**

#### **5.1.1. Prova de corte**

Os resultados para a prova de corte realizada com as amêndoas de cupuaçu e de cacau estão apresentados na Tabela 9.

*TABELA 9. Resultados da prova de corte para o cupuaçu e para o cacau.*

<b>Defeitos característicos das amêndoas</b>	<b>Cupuaçu (%)</b>	<b>Cacau (%)</b>
Amêndoas mofadas	2	0
Amêndoas danificadas por insetos	2	1,5
Amêndoas ardósias	0	0
Amêndoas achatadas	4	0
Amêndoas pouco fermentadas	0	4,5

Observa-se que tanto para o cacau quanto para o cupuaçu, as amostras encontraram-se dentro dos limites de tolerância proposto na Resolução Número 42 do CONCEX (1968), sendo maior a incidência de amêndoas achatadas, danificadas por insetos e mofadas para as amêndoas de cupuaçu e de amêndoas pouco fermentadas para o cacau. Isso mostra que a fermentação realizada para as amêndoas de cupuaçu foi bem monitorada e os grãos obtiveram um bom resultado, porém a seleção e limpeza realizadas no campo foram menos rigorosas que para o cacau, resultando em maior porcentagem de amêndoas danificadas e achatadas.

### 5.1.2. Análises físico-químicas

A composição química das amêndoas de cupuaçu bem como de cacau, em base úmida, estão apresentadas na Tabela 10 a seguir:

TABELA 10. Composição química das amêndoas de cupuaçu e de cacau em base úmida.

Compostos	Cacau (%)	Cupuaçu (%)
Proteína	11,40	7,81
Gordura	53,69	61,50
Umidade	6,68	5,30
Carboidratos	25,63	23,09
Cinzas	2,60	2,30
Fibras	5,18	5,56
Cafeína	0,12	0,05
Teobromina	1,56	0,15
Energia (kcal/100g)	631,33	682,10

Observa-se que a composição química do cupuaçu é bem semelhante à do cacau, diferenciando-se um pouco no teor de gordura, sendo do cupuaçu maior. Ambos os produtos são ricos em gordura e proteínas.

Comparados aos resultados citados por DROUVEN *et al.*, (1996) nota-se que o cacau analisado apresentou valores bastante próximos, não tendo diferença em praticamente nenhum dos componentes.

No caso do cupuaçu, a composição química obtida neste estudo apresentou-se semelhante àquela citada por VASCONCELOS (1999). Nota-se

que os teores de gordura e cinzas em base seca foram 64,94 e 2,4% respectivamente neste estudo e 63,49 e 3% segundo o autor e o teor de proteína em base seca desengordurada foi 26,17% neste estudo e 26,49% segundo o autor.

Com relação aos alcalóides nota-se que o teor de cafeína do cupuaçu é pouco menor que o do cacau, já para o teor de teobromina o cacau apresenta valores bem maiores que o cupuaçu. Segundo DROUVEN *et al.* (1996) os teores de cafeína e teobromina do cacau são 0,2% e 1,2% respectivamente e aqueles obtidos experimentalmente para a amostra estudada foram 0,12% e 1,56% respectivamente, o que mostra uma semelhança entre os dados experimentais e aqueles citados na literatura. Já para o cupuaçu os valores encontrados nesse estudo apresentaram-se um pouco maiores que àqueles citados por VASCONCELOS (1999), uma vez que o autor obteve 0,03 e 0,12% para cafeína e teobromina respectivamente, comparados à 0,05 e 0,17% deste estudo.

A composição física das amêndoas de cupuaçu e cacau encontra-se na Tabela 11.

TABELA 11. Composição física das amêndoas de cupuaçu e de cacau.

Componentes	Cupuaçu (%)	Cacau (%)
Testa	26,1	14,9
Gérmen	1,3	0,9
Cotilédone	72,6	84,2
Rendimento*	39	75

\*Processo de separação mecânica (*nibs* 2-6mm)

Comparando-se a composição física das amêndoas de cacau com as de cupuaçu, observa-se uma maior porcentagem de testa para o cupuaçu com conseqüente diminuição na porcentagem de cotilédones, o que era de se esperar por esta ser mais espessa e pesada que a do cacau. Por esse fato houve uma maior dificuldade na sua separação na coluna de ar construída e adaptada para amêndoas de cacau, resultando em um baixo rendimento em *nibs*, pois para obter-se uma separação razoável da testa na coluna foi necessário aumentar a vazão do ar, ocasionando um arraste significativo dos *nibs*. Outro fato que levou ao baixo rendimento para o cupuaçu foi a quebra demasiada do cotilédone no moinho de facas com conseqüente formação de partículas muito finas que também eram arrastadas na coluna de ar.

Observa-se, portanto, que o sistema construído para a retirada e separação da testa do cacau não foi satisfatório para o cupuaçu, por este apresentar a testa mais rígida e espessa e sua semente ser anatomicamente diferente da semente de cacau.

Pelo rendimento em *nibs* de cupuaçu ser muito baixo e também por não existir ainda um sistema de descascamento adaptado para esta amêndoa, o estudo de torração foi realizado com as amêndoas inteiras com posterior descascamento manual, uma vez que com a torração a testa tornou-se mais seca e conseqüentemente mais fácil de ser retirada.

## 5.2. Torração

Utilizou-se a temperatura de 150°C na camisa do torrador, a qual permaneceu constante durante todo o processo, variando  $\pm 0,4^\circ\text{C}$ . O perfil de temperatura das amostras de cupuaçu dentro da câmara de torração também foi

considerado constante como pode-se observar na figura 13, onde as curvas foram bastante coincidentes, com temperatura média inicial de  $64,9^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  no momento de colocar as amostras e máxima temperatura atingida de  $142,9^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$  no final do processo. A característica das curvas para os diferentes tempos foram sempre de subida de temperatura mais acentuada até aproximadamente  $120^{\circ}\text{C}$  em aproximadamente 15 minutos, e posterior atenuação da curva com gradientes menores até o final do tempo de torração para cada uma das amostras.

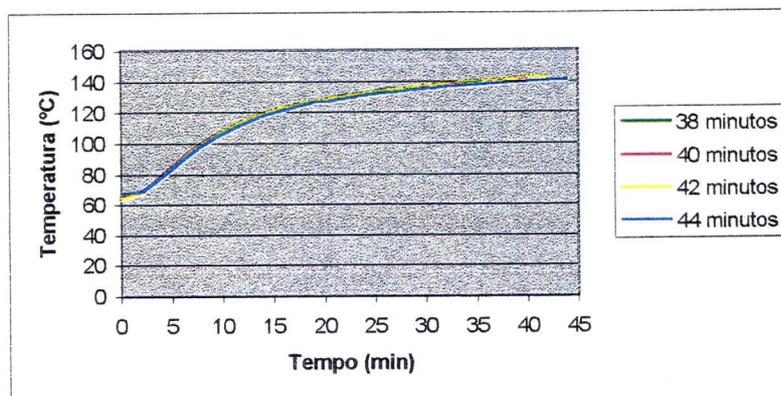


Figura 13. Perfil de torração para amêndoas de cupuaçu.

Assim como para o cupuaçu, os *nibs* de cacau foram torrados utilizando-se  $150^{\circ}\text{C}$  na camisa do torrador e o perfil de temperatura dentro da câmara de torração é apresentado na figura 14.

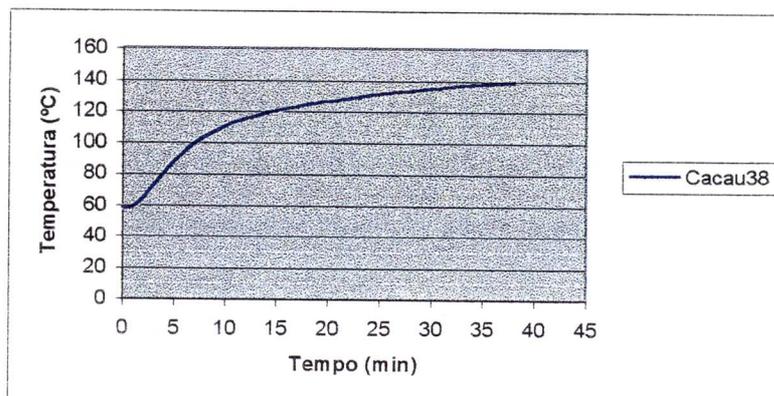


FIGURA 14. Perfil de torração para nibs de cacau torrado por 38 minutos.

Observa-se que o perfil de temperatura para a torração dos *nibs* de cacau foi semelhante ao perfil para as amêndoas de cupuaçu, com subida de temperatura mais acentuada até 120°C nos primeiros 15 minutos e atenuação da curva até o final da torração em 38 minutos, mostrando que o torrador manteve-se constante em todas as torrações efetuadas. A temperatura inicial foi de 57,6°C e a final de 138,8°C.

### 5.3. Avaliação Sensorial

#### 5.3.1. Desenvolvimento de terminologia descritiva

Aplicando-se o Método GRID, obteve-se inicialmente uma lista de 45 termos descritores entre atributos de aparência, aroma e sabor. Em discussões abertas realizadas com os provadores, eliminou-se termos sinônimos, duvidosos ou redundantes e aqueles que apareceram com uma frequência muito baixa. Dessa forma chegou-se a uma lista de 12 termos que melhor descreviam as

amostras analisadas. Na Tabela 12 são apresentados esses atributos com suas respectivas nomenclaturas.

*TABELA 12. Atributos selecionados e suas respectivas nomenclaturas.*

<b>Atributo</b>	<b>Sigla</b>
Cor marrom	COR
Aparência gordurosa	GOR
Aparência encorpada	ENC
Aroma chocolate	ACHO
Aroma ácido	AACI
Aroma doce	ADOC
Aroma torrado	ATOR
Sabor torrado	STOR
Sabor chocolate	SCHO
Sabor ácido	SACI
Sabor amargo	SAMA
Adstringência	SADS

Para cada atributo selecionado, foi possível a apresentação de padrões de referência representando os extremos de escala, bem como uma definição para esclarecer aos provadores o significado daquele atributo que ele estava avaliando (Tabela 13).

A ficha de avaliação utilizada na análise descritiva é apresentada como modelo ilustrativo na Figura 15.

TABELA 13. Definições de atributos e padrões de referência usados por um painel sensorial descritivo durante a avaliação de amêndoas de cacau e cupuaçu torrados.

Descritores	Definição e referências
Cor marrom	Cor marrom característico de chocolate. <i>Clara:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu cru. <i>Escura:</i> 100ml de solução 5% de cacau torrado.
Aparência gordurosa	Visualização de partículas de gordura em suspensão na superfície. <i>Pouco:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu cru. <i>Muito:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu mais 3 gotas de óleo de soja.
Aparência encorpada	Atributo associado à corpo. <i>Pouco:</i> 100ml de solução 3% de cupuaçu. <i>Muito:</i> 100ml de solução 10% de cupuaçu.
Aroma chocolate	Aroma característico de chocolate. <i>Fraco:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu cru. <i>Forte:</i> 100ml de solução 5% de cacau torrado mais 5g de chocolate em pó comercial.
Aroma ácido	Atributo associado à ácido acético produzido durante a fermentação. <i>Fraco:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu torrado 50min/150°C. <i>Forte:</i> 100ml de solução 5% de cupuaçu cru adicionado de 1,0ml de ácido acético.
Aroma doce	Aroma característico adocicado, associado à calda de açúcar. <i>Fraco:</i> calda de sacarose a 10°Brix. <i>Forte:</i> calda de sacarose a 40°Brix.
Aroma torrado	Característico de produto que sofreu torração. <i>Fraco:</i> solução 5% de cupuaçu cru. <i>Forte:</i> solução 5% de cupuaçu torrado 50min/150°C.
Sabor torrado	Sabor característico de produto torrado. <i>Fraco:</i> solução 5% de cupuaçu cru. <i>Forte:</i> solução 5% de cupuaçu torrado 50min/150°C.
Sabor chocolate	Sabor residual de chocolate amargo (sem açúcar). <i>Fraco:</i> solução 5% de cupuaçu cru. <i>Forte:</i> 100ml de solução 5% de cacau torrado por uma empresa mais 5g de cacau em pó sem açúcar.
Sabor ácido	Sabor associado à ácido acético produzido durante a fermentação. <i>Fraco:</i> solução 5% de cupuaçu torrado 50min/150°C. <i>Forte:</i> solução 5% de cupuaçu cru mais 0,13 g de ácido cítrico.
Sabor amargo	Sabor residual marcante característico de cacau. <i>Fraco:</i> solução 5% de cupuaçu torrado 25min/150°C. <i>Forte:</i> liquor puro de cacau torrado de uma empresa.
Adstringência	Sensação que "amarra na boca". <i>Fraco:</i> banana madura. <i>Forte:</i> banana verde.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, prove cada amostra da solução de liquor de cupuaçu ou cacau e indique a intensidade que melhor descreve cada atributo, utilizando a escala abaixo.

**APARÊNCIA**

Cor marrom \_\_\_\_\_  
 clara \_\_\_\_\_ escura

Gordurosa \_\_\_\_\_  
 pouco \_\_\_\_\_ muito

Encorpada \_\_\_\_\_  
 pouco \_\_\_\_\_ muito

**AROMA**

Chocolate \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Ácido \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Doce \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Torrado \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

**SABOR**

Torrado \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Chocolate \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Ácido \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Amargo \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

Adstringente \_\_\_\_\_  
 fraco \_\_\_\_\_ forte

FIGURA 15. Modelo ilustrativo de ficha utilizada na análise sensorial descritiva

### 5.3.2. Seleção dos provadores

Com base no poder de discriminação ( $F_{amostra}$ ), repetibilidade ( $F_{repetição}$ ) e concordância com a equipe foi possível selecionar 9 dos 15 provadores que compunham a equipe inicialmente.

No caso da probabilidade de  $F_{amostra}$  (Tabela 14), os provadores 7 e 10 apresentaram 5 atributos com valores maior que 0,5, o que indicou um poder de discriminação não muito satisfatório. Outros provadores, como o 3, 9 e 13 também não tiveram resultados tão bons para probabilidade de  $F_{amostra}$ , apresentando 3 atributos com valores maiores que 0,5.

Já para a probabilidade de  $F_{repetição}$  (Tabela 15), um maior número de provadores apresentaram valores inferiores a 0,05 para pelo menos 3 atributos, o que os caracterizaram com menor poder de repetibilidade entre as amostras, destacando-se os provadores 1, 4, 8, 9, 11, 12 e 14.

Comparando-se os valores das médias da equipe com as médias de cada provador para os 12 atributos analisados (Tabela 16), pode-se observar que os que mais discordaram foram o 2, 7, 8 e 9.

A discordância dos provadores com relação à equipe foi caracterizada da seguinte maneira:

- provador distinguiu as amostras, porém atribuiu média diferente da equipe, sendo esta ora maior ora menor;
- provador distinguiu as amostras, mas inverteu os valores, atribuindo média mais alta para a amostra que a equipe atribuiu baixa e vice-versa; e

- provador não percebeu a diferença entre as amostras quando a equipe percebeu.

TABELA 14. Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ( $F_{amostra}$ ).

Provador	COR	GOR	ENC	ACHO	AACI	ADOC	ATOR	STOR	SCHO	SACI	SAMA	SADS
P1	0,0002	0,9607	0,0170	0,0166	0,3776	0,0094	0,2224	0,1003	0,0014	0,9267	0,0247	0,0884
P2	0,0009	0,7617	0,0587	0,0131	0,1240	0,0006	0,0192	0,1378	0,0251	0,0140	0,2003	0,6333
P3	0,0008	0,6636	0,5185	0,0374	0,2271	0,2319	0,0041	0,0024	0,0041	0,1328	0,0145	0,6519
P4	0,0001	0,2794	0,8859	0,0017	0,1057	0,2225	0,1008	0,0568	0,0444	0,3473	0,0361	0,2556
P5	0,0002	0,3410	0,0177	0,0032	0,6756	0,0052	0,1627	0,0370	0,0503	0,3094	0,0289	0,7298
P6	0,0008	0,1165	0,0051	0,1328	0,0058	0,0070	0,0016	0,0083	0,0196	0,8598	0,0003	0,1170
P7	0,0010	0,0001	0,0043	0,3963	0,8300	0,2714	0,1179	0,2597	0,7134	0,9930	0,7662	0,8439
P8	0,0005	0,1943	0,3668	0,0094	0,0116	0,0827	0,0047	0,0164	0,0001	0,0775	0,0031	0,0700
P9	0,0004	0,9124	0,0445	0,3694	0,3918	0,6823	0,0104	0,2895	0,2116	0,2192	0,6521	0,0365
P10	0,0128	0,8687	0,2289	0,0002	0,2840	0,9530	0,0001	0,1131	0,6901	0,7410	0,0061	0,7025
P11	0,0028	0,9523	0,5360	0,0307	0,0580	0,1040	0,4449	0,0099	0,1519	0,0707	0,0012	0,3900
P12	0,0001	0,1986	0,0059	0,0001	0,0376	0,9886	0,0302	0,1539	0,0002	0,4782	0,0021	0,0745
P13	0,0033	0,0960	0,1350	0,0215	0,6811	0,0081	0,0264	0,6828	0,0011	0,0223	0,0665	0,9602
P14	0,0128	0,4909	0,1747	0,0348	0,2668	0,6547	0,7472	0,0493	0,0029	0,0711	0,0366	0,0108
P15	0,0004	0,0470	0,0732	0,0210	0,0049	0,3938	0,0513	0,0304	0,0850	0,3422	0,0250	0,5262

Valores assinalados em vermelho referem-se àqueles para  $p$  de  $F_{amostra} > 0,50$ .

TABELA 15. Níveis de significância (p) para todos os provadores em função da repetibilidade ( $F_{repetição}$ ).

Provador	COR	GOR	ENC	ACHO	AACI	ADOC	ATOR	STOR	SCHO	SACI	SAMA	SADS
P1	0,0162	0,0164	0,7848	0,1957	0,6967	0,8941	0,6096	0,3322	0,0033	0,8537	0,5681	0,5676
P2	0,1460	0,4822	0,4694	0,3095	0,2444	0,1234	0,2877	0,8144	0,2749	0,1075	0,2110	0,4529
P3	0,9124	0,4964	0,2755	0,7834	0,1222	0,5741	0,5157	0,7895	0,8460	0,2507	0,0719	0,1247
P4	0,1158	0,9630	0,3539	0,7925	0,4629	0,9268	0,0228	0,1017	0,3500	0,1536	0,6263	0,1634
P5	0,0974	0,8301	0,7808	0,1794	0,8281	0,2481	0,1636	0,5724	0,5146	0,3036	0,5911	0,1258
P6	0,0111	0,3808	0,0307	0,4829	0,3077	0,0034	0,0829	0,0439	0,5197	0,4947	0,3332	0,1422
P7	0,0013	0,0283	0,1690	0,3391	0,4053	0,4053	0,1744	0,1993	0,1833	0,7864	0,8871	0,6562
P8	0,0205	0,6548	0,1787	0,9617	0,2863	0,7770	0,1447	0,0094	0,0044	0,3447	0,0898	0,0653
P9	0,2615	0,1138	0,2649	0,9346	0,0061	0,2717	0,0074	0,9959	0,5034	0,4162	0,0306	0,7034
P10	0,1093	0,2094	0,0062	0,1144	0,1705	0,9350	0,0784	0,2201	0,6562	0,1678	0,7106	0,4036
P11	0,0012	0,4713	0,9040	0,1238	0,0365	0,0389	0,4062	0,4231	0,8652	0,6353	0,2825	0,6248
P12	0,0147	0,2936	0,0052	0,0946	0,3699	0,6011	0,8310	0,9171	0,0679	0,0151	0,7671	0,8007
P13	0,3723	0,2014	0,6280	0,2666	0,3524	0,7063	0,2214	0,1857	0,0412	0,0010	0,0200	0,1793
P14	0,0937	0,0139	0,2135	0,0606	0,1110	0,0580	0,0019	0,2246	0,4392	0,0393	0,1570	0,7820
P15	0,0070	0,1820	0,1688	0,0982	0,5666	0,6377	0,9629	0,0960	0,4871	0,4480	0,5678	0,7812

Valores assinalados em vermelho referem-se àqueles de  $p$  de  $F_{repetição} < 0,05$ .

TABELA 16. Médias da equipe e de cada provador para cada atributo julgado.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Equipe
Cor	2,43	3,27	3,73	4,60	1,57	5,37	3,73	3,67	2,60	3,30	4,53	2,67	2,03	2,17	3,10	3,25b
	3,30	4,73	3,13	4,80	2,93	6,10	2,97	4,20	3,27	2,93	5,43	3,67	1,37	3,37	2,83	3,67b
	2,40	2,97	3,60	5,13	2,07	3,63	3,80	2,57	2,47	3,37	4,13	2,27	2,40	1,80	2,50	3,01b
	2,63	2,53	1,97	4,00	2,50	5,13	2,90	3,00	3,10	2,57	5,23	3,40	1,60	2,90	2,63	3,07b
	7,37	8,47	8,60	8,40	8,07	8,63	6,60	8,07	7,87	7,23	8,33	8,17	5,13	6,07	6,27	7,56a
Gor	1,60	3,33	4,43	3,33	5,33	6,77	4,57	5,80	2,17	3,50	3,27	1,47	2,47	3,33	2,80	3,61a
	1,93	3,90	2,40	2,30	5,33	7,03	4,07	4,93	1,73	3,93	2,50	1,47	2,30	3,57	2,93	3,35ab
	1,60	2,23	3,67	3,23	2,47	6,80	4,37	4,13	2,07	3,17	2,90	1,03	2,40	2,83	2,67	3,04ab
	1,83	3,03	2,97	1,73	4,77	6,57	4,37	4,90	2,00	3,93	2,50	1,53	2,30	4,00	2,43	3,26ab
	1,77	3,50	2,80	1,13	2,67	4,63	2,83	2,73	2,67	2,63	2,37	1,57	1,07	4,47	4,48	2,78b
Enc	1,83	2,90	2,80	3,93	2,17	3,57	4,00	5,13	2,20	2,80	3,50	2,20	2,27	2,67	2,60	2,97b
	1,60	3,20	3,70	2,97	2,63	6,17	3,83	2,80	1,70	2,03	2,17	3,13	1,80	2,07	3,07	2,86b
	1,47	2,57	3,43	3,27	5,13	3,87	3,73	2,77	4,13	2,47	3,57	1,60	1,83	2,30	3,03	3,01b
	1,43	2,13	2,40	3,17	2,53	5,30	3,83	4,00	0,97	2,33	2,70	2,77	1,80	2,07	2,13	2,64b
	3,77	5,90	3,17	2,93	6,83	7,47	2,43	4,07	3,80	2,73	3,37	4,83	2,57	4,33	5,17	4,22a
Acho	1,83	3,50	3,93	4,03	2,03	5,70	6,33	4,77	6,00	2,53	2,53	1,40	2,10	2,87	3,30	3,52b
	2,77	2,07	4,73	7,40	3,67	6,83	4,83	3,47	6,83	1,93	3,83	3,20	1,50	1,67	3,27	3,87b
	2,20	4,10	2,77	7,10	3,87	6,00	6,50	3,87	6,47	2,43	2,20	1,80	2,03	2,93	2,87	3,81b
	2,47	3,83	2,37	6,37	3,77	5,63	5,33	4,07	5,33	1,60	2,60	2,37	2,17	1,93	3,00	3,52b
	5,93	7,73	7,07	7,27	9,00	8,57	4,80	8,20	3,67	7,00	4,90	8,10	5,73	4,43	5,83	6,55a
Aaci	2,13	4,57	5,90	1,57	4,70	3,10	2,40	3,23	3,47	2,63	5,87	2,20	1,70	2,97	2,10	3,23a
	2,23	5,30	2,70	1,10	4,10	1,83	2,60	3,50	3,47	3,73	4,90	2,10	1,33	1,97	1,63	2,83a
	1,97	5,23	3,50	2,23	5,13	2,43	2,10	2,87	3,17	3,00	4,67	2,87	2,03	2,27	1,97	3,02a
	2,80	3,77	2,83	1,40	5,67	2,07	2,50	3,63	2,77	4,07	4,33	3,10	1,90	2,17	2,07	3,00a
	1,03	0,90	5,63	1,27	2,27	0,97	3,27	8,03	5,13	1,93	2,53	1,10	1,77	3,57	3,87	2,88a
Adoc	1,33	2,77	2,20	2,47	2,77	5,90	3,77	2,07	3,20	2,03	2,37	1,70	1,63	3,87	2,53	2,71a
	1,57	2,67	2,67	2,33	5,47	6,27	3,63	4,47	2,30	2,43	2,40	1,67	1,73	2,73	2,53	2,98a
	1,43	3,90	1,87	2,93	5,03	5,40	4,27	3,37	2,30	2,47	1,90	2,00	1,73	1,87	2,23	2,98a
	0,97	3,63	2,60	2,03	2,63	5,73	4,03	5,33	1,53	2,00	2,17	2,03	1,73	2,67	2,60	2,78a
	3,17	7,77	1,07	1,00	8,87	2,37	2,93	0,90	3,37	2,47	1,27	1,93	4,00	3,10	3,67	3,19a
Ator	2,0	3,47	2,87	4,90	2,80	3,57	5,57	2,40	3,87	3,53	2,73	3,50	2,67	4,00	3,27	3,41bc
	2,13	3,87	3,83	6,57	3,57	3,70	4,73	1,27	4,83	2,17	2,27	3,93	1,97	3,53	2,30	3,38bc
	2,63	5,47	3,43	5,47	4,80	5,43	5,97	3,03	5,43	3,37	4,10	3,07	2,23	3,23	4,53	4,15b
	1,90	3,60	3,23	4,30	4,60	2,87	5,40	3,03	4,17	2,17	1,90	2,53	2,83	4,03	2,33	3,26c
	3,53	7,90	6,73	7,33	7,23	8,83	6,70	7,03	1,77	6,50	3,37	7,87	1,00	3,93	5,10	5,65a
Stor	2,37	4,53	3,30	5,83	8,07	4,30	5,77	4,50	5,17	3,90	5,23	4,10	2,30	2,93	3,80	4,41bc
	2,56	3,33	3,87	6,30	6,60	5,80	4,63	3,00	7,10	3,43	2,30	2,70	1,97	3,07	3,20	3,99bc
	2,37	4,43	4,53	7,07	5,83	6,47	6,10	3,63	6,23	3,70	6,13	3,77	2,67	2,53	3,40	4,59b
	2,23	3,73	2,20	5,97	3,23	5,20	5,27	2,93	3,90	3,00	4,07	3,80	3,00	2,37	2,90	3,59c
	4,57	7,67	5,70	8,43	9,47	8,93	6,63	6,77	3,53	6,50	8,27	7,93	1,80	6,33	6,40	6,59a
Scho	3,0	4,37	3,03	5,53	3,83	5,33	5,33	5,23	3,80	2,83	4,30	1,57	2,80	2,60	2,63	3,74b
	4,07	3,80	3,63	5,47	3,53	4,63	4,43	4,37	6,97	2,40	2,00	2,40	2,90	1,17	4,17	3,73b
	2,67	4,50	3,03	6,03	3,80	6,50	5,60	2,70	6,13	2,67	4,77	1,53	2,63	2,20	2,50	3,82b
	2,0	3,77	1,73	5,60	3,87	4,70	5,37	5,47	3,80	2,03	3,17	2,60	1,30	1,90	3,23	3,37b
	5,70	8,10	6,17	2,73	8,20	8,77	4,37	8,70	3,80	2,47	6,13	7,90	6,77	6,03	6,33	6,21a
Saci	2,20	3,97	4,17	2,53	4,13	2,63	2,13	3,93	4,00	2,53	1,03	1,77	2,17	2,80	2,07	3,00a
	2,63	3,57	2,47	1,77	6,63	1,70	2,37	4,00	4,77	3,60	7,07	2,33	2,20	1,60	2,07	3,25a
	2,27	6,40	3,27	2,40	2,40	3,40	2,27	2,63	3,00	2,00	2,00	2,13	3,10	1,90	2,20	2,76a
	2,10	3,30	2,17	1,83	4,97	2,53	1,97	3,37	4,30	3,53	3,73	2,33	2,07	1,53	2,27	2,80a
	1,55	1,90	5,93	1,17	5,70	2,43	6,70	7,07	7,03	2,37	1,70	2,60	4,13	3,73	3,43	3,54a
Sama	3,90	5,33	5,90	4,43	5,07	5,23	5,97	7,13	2,83	5,67	2,60	4,30	2,90	3,83	4,48b	
	2,13	3,67	5,30	6,07	5,43	5,60	4,93	4,00	7,47	2,53	3,33	3,63	4,73	1,97	4,63	4,39b
	2,57	5,97	2,90	6,70	2,97	6,73	4,93	4,27	6,83	2,13	6,53	2,97	3,70	2,00	3,33	4,50b
	1,73	4,17	5,00	7,37	2,70	7,47	4,60	6,13	7,17	3,27	1,77	3,37	5,47	2,77	4,57	4,51b
	1,83	7,47	8,2	8,63	9,60	8,93	5,73	8,87	8,67	6,80	8,13	7,40	6,87	5,97	7,20	7,58 <sup>a</sup>
Sads	1,87	2,20	2,40	1,87	4,13	4,67	3,00	3,00	2,63	1,83	1,57	1,07	3,83	0,63	3,77	2,56b
	2,97	2,63	2,53	0,97	4,46	5,30	2,67	1,33	1,60	1,30	1,50	2,33	3,33	2,10	3,57	2,57b
	2,80	3,03	3,13	2,13	5,07	5,27	2,23	2,43	1,70	1,23	1,53	1,10	3,77	1,40	3,73	2,70b
	1,53	3,60	2,97	1,03	5,13	6,27	2,17	1,13	1,87	1,30	1,50	2,53	3,70	1,40	3,30	2,63b
	3,13	1,80	3,57	1,13	6,77	8,23	2,70	5,17	5,33	1,77	2,23	1,77	4,20	3,40	5,40	3,77a

Baseando-se nestes resultados decidiu-se portanto eliminar os provadores 2, 7, 8, 9, 10 e 13.

Os provadores que não foram eliminados, mas que mesmo assim ainda apresentavam certos problemas com discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe, passaram por sessões de retreinamento, dando ênfase aos atributos nos quais estes problemas ocorriam.

Os resultados para probabilidade de  $F_{amostra}$ ,  $F_{repetição}$  e médias das amostras para os provadores selecionados estão apresentados nas Tabelas 20, 21 e 22 nos apêndices I e II.

Pode-se observar que os provadores que compuseram a equipe selecionada para a análise descritiva apresentaram depois do retreinamento, melhoria na discriminação e repetibilidade entre as amostras, indicando que a equipe selecionada apresentou grau de treinamento adequado.

### **5.3.3. Análise descritiva das amostras de cupuaçu e cacau torradas**

Utilizando-se o teste de Tukey pode-se comparar as médias das amostras, as quais estão apresentadas na Tabela 17. Valores marcados com uma mesma letra, em uma mesma linha não diferem significativamente entre si para  $p \leq 0,05$ .

TABELA 17. Médias das amostras por atributo avaliado.

Atributo	Amostras				
	Cp38	Cp40	Cp42	Cp44	Ca38
COR	3,05 <sup>c</sup>	3,37 <sup>bc</sup>	3,46 <sup>bc</sup>	3,78 <sup>b</sup>	7,66 <sup>a</sup>
GOR	3,43 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	2,99 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	3,07 <sup>a</sup>
ENC	2,60 <sup>b</sup>	3,02 <sup>b</sup>	3,15 <sup>b</sup>	2,98 <sup>b</sup>	4,80 <sup>a</sup>
ACHO	3,18 <sup>c</sup>	4,37 <sup>b</sup>	4,34 <sup>b</sup>	3,35 <sup>c</sup>	6,79 <sup>a</sup>
AACI	3,65 <sup>a</sup>	2,69 <sup>b</sup>	2,81 <sup>b</sup>	2,61 <sup>b</sup>	2,77 <sup>b</sup>
ADOC	3,21 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	3,22 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	1,48 <sup>c</sup>
ATOR	3,14 <sup>d</sup>	3,52 <sup>cd</sup>	4,15 <sup>c</sup>	4,65 <sup>b</sup>	6,07 <sup>a</sup>
STOR	4,32 <sup>b</sup>	3,80 <sup>b</sup>	4,49 <sup>b</sup>	3,51 <sup>b</sup>	7,34 <sup>a</sup>
SCHO	3,15 <sup>b</sup>	3,54 <sup>b</sup>	3,77 <sup>b</sup>	3,40 <sup>b</sup>	5,18 <sup>a</sup>
SACI	4,00 <sup>a</sup>	3,26 <sup>b</sup>	2,06 <sup>c</sup>	2,35 <sup>c</sup>	2,97 <sup>b</sup>
SAMA	4,21 <sup>b</sup>	4,28 <sup>b</sup>	3,98 <sup>b</sup>	4,09 <sup>b</sup>	7,70 <sup>a</sup>
SADS	2,80 <sup>b</sup>	2,67 <sup>b</sup>	2,79 <sup>b</sup>	2,85 <sup>b</sup>	3,81 <sup>a</sup>

Observa-se que para o atributo **cor marrom** a amostra de cupuaçu torrada por 38 minutos não diferiu significativamente daquelas torradas por 40 e 42 minutos e a amostra torrada por 40 minutos não apresentou diferença significativa das amostras 42 e 44. Já a amostra de cacau torrada por 38 minutos apresentou diferença das demais amostras. Apesar de haver essa semelhança entre as amostras de cupuaçu torradas, nota-se que com o aumento do tempo de torração ocorreu um aumento na intensidade da cor. A amostra de cacau caracterizou-se por uma intensidade de cor marrom superior às amostras de cupuaçu.

Com relação ao atributo **aparência gordurosa**, que foi caracterizado pela visualização de partículas em suspensão na superfície, não houve diferença significativa entre todas as amostras analisadas.

No caso do atributo **aparência encorpada**, as amostras de cupuaçu torradas por 38, 40, 42 e 44 não apresentaram diferença significativa entre si,

porém apresentaram diferença para a amostra de cacau torrada, sendo que a média para o cacau foi maior.

Para o **aroma de chocolate** a amostra cp38 não diferiu ( $p \leq 0,05$ ) da amostra cp44, diferindo significativamente das amostras cp40, cp42 e ca38. As amostras cp40 e cp42 não apresentaram diferença significativa entre si, mas diferiram ( $p \leq 0,05$ ) da amostra ca38. Nota-se que, no caso do cupuaçu, a maior intensidade de aroma de chocolate foi observado para as amostras torradas por 40 e 42 minutos, sendo a intensidade deste atributo ainda maior para a amostra de cacau torrada.

Com relação a **aroma ácido**, observa-se que somente a amostra de cupuaçu torrada por 38 minutos apresentou diferença significativa comparada às demais amostras, sendo a média para esta amostra maior que as outras.

No que se refere a **aroma doce**, as amostras cp38, cp40 e cp42 foram consideradas estatisticamente semelhantes entre si, porém diferiram ( $p \leq 0,05$ ) das amostras cp44 e ca38. Observa-se que a intensidade desse atributo foi maior para as amostras de cupuaçu torradas por tempos menores e todas as amostras de cupuaçu torradas apresentaram intensidade de aroma doce maior que a amostra de cacau.

Para o atributo **aroma torrado** observa-se que amostra de cupuaçu torrada por 38 minutos não diferiu significativamente daquela torrada por 40 minutos, mas apresentou diferença significativa para as demais amostras. A amostra cp42 não diferiu ( $p \leq 0,05$ ) da amostra cp40 e diferiu ( $p \leq 0,05$ ) das demais. As amostras cp44 e ca38 foram estatisticamente diferentes de todas as outras e entre si. A

intensidade desse atributo aumentou com o aumento do tempo de torração para as amostras de cupuaçu e foi maior para a amostra de cacau.

Já para **sabor torrado**, as amostras de cupuaçu não diferiram significativamente entre si, diferindo ( $p \leq 0,05$ ) apenas da amostra de cacau. Apesar de não haver diferença significativa, a amostra de cupuaçu torrada por 42 minutos foi a que mais destacou-se depois da amostra de cacau que obteve média bem superior às demais amostras.

Referente a **sabor de chocolate**, observa-se que as amostras de cupuaçu não diferiram significativamente entre si, e diferiram da amostra de cacau, mas percebe-se que a intensidade deste atributo aumentou com o aumento no tempo de torração para as amostras de cupuaçu, sendo maior para a amostra de cacau.

Com relação a **sabor ácido**, a amostra de cupuaçu torrada por 38 minutos apresentou diferença significativa comparada às demais amostras, tendo sido considerada a mais ácida. A amostra cp40 foi considerada estatisticamente semelhante a amostra ca38 e as amostras cp42 e cp44 não diferiram entre si ( $p \leq 0,05$ ), apresentando-se menos ácida inclusive que o cacau. Nota-se que a amostra de cupuaçu torrada por 38 minutos foi a que apresentou maior intensidade deste atributo comparada às demais amostras.

Para o **sabor amargo**, as amostras de cupuaçu não apresentaram diferença significativa entre si, mas foram estatisticamente diferente da amostra de cacau, sendo a intensidade deste atributo bastante superior para o cacau como pode-se observar pelas médias das amostras.

Finalmente para o atributo **adstringência** observa-se que as amostras de cupuaçu não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si, mas diferiram significativamente da amostra de cacau, sendo esta última mais adstringente que o cupuaçu.

Os dados coletados foram submetidos a Análise Multivariada de Componente Principal (ACP), ilustrando-se através da Figura 16 as propriedades sensoriais de cada amostra.

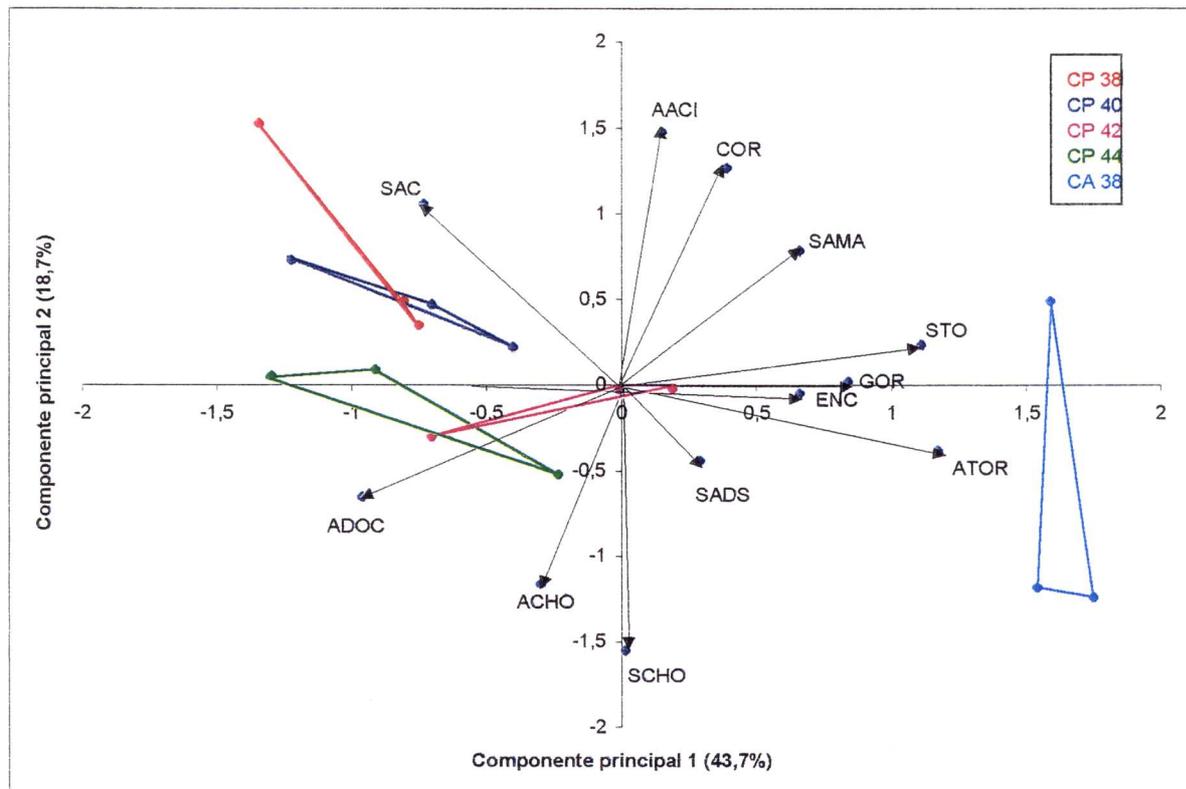


FIGURA 16. Projeção dos atributos sensoriais e das amostras nos componentes principais I e II (ACP).

Na ACP, algumas considerações devem ser feitas para a interpretação da figura bidimensional apresentada, sendo elas:

- vetores com medidas mais distantes de zero, correspondem às variáveis com maior influência sobre o componente principal, e aqueles mais próximos correspondem a uma variável com menor influência;
- vetores próximos entre si sugerem correlação linear positiva, isto é, pode significar que quando ocorre um aumento de intensidade de um atributo, o outro que está próximo também aumenta, e vetores que encontram-se em direções opostas sugerem correlação linear negativa, sendo que enquanto um cresce o outro decresce, mas isso realmente ocorre se na matriz de correlação observar-se que realmente existe uma correlação para esses atributos, seja ela positiva ou negativa;
- cada amostra é representada por um triângulo, onde cada vértice é definido pelas repetições apresentadas pela equipe sensorial; e
- amostras similares ocupam regiões próximas no gráfico e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que apresentam-se mais próximos a elas.

Para as amostras analisadas pode-se observar que os vetores com maior influência sobre o eixo 1 (componente principal 1) foram aroma e sabor torrados positivamente e aroma doce e sabor ácido negativamente. Com relação ao eixo 2 (componente principal 2) a maior influência foi dada pelos atributos aroma ácido e cor marrom positivamente e sabor e aroma chocolate negativamente. Atributos com menor influência sobre os dois eixos foram sabor adstringente, aparência gordurosa, aparência encorpada e sabor amargo.

Analisando-se a matriz de correlação obtida na ACP sugere-se que não exista nenhuma correlação linear entre os atributos avaliados, uma vez que todos os valores de  $r$  obtidos foram menores que 0,70.

Segundo a Figura 16 nota-se que a amostra de cacau torrada ocupou uma região bem distinta no gráfico diferenciando-se bastante das amostras de cupuaçu. As amostras de cupuaçu torradas por 38 e 40 minutos apresentaram-se mais próximas entre si e um pouco distantes das amostras torradas por 42 e 44 minutos, que por sua vez ocuparam regiões próximas entre si, estando a amostra 42 levemente deslocada em direção à amostra de cacau.

A amostra de cacau torrada por 38 minutos caracterizou-se principalmente por uma maior intensidade de sabor e aroma torrados, aparência gordurosa, aparência encorpada, sabor amargo e sabor chocolate.

As amostras de cupuaçu 38 e 40 que visualmente são semelhantes caracterizaram-se mais pelos sabor e aroma ácidos.

No caso da amostra de cupuaçu torrada por 42 minutos observa-se uma maior predominância de aroma doce, sabor e aroma de chocolate, aroma e sabor levemente torrado e sabor adstringente.

Para a amostra de cupuaçu torrada por 44 minutos os atributos que mais caracterizaram-na foram aroma e sabor de chocolate e aroma doce.

A Figura 17 ilustra bem a predominância de cada atributo para as diferentes amostras.

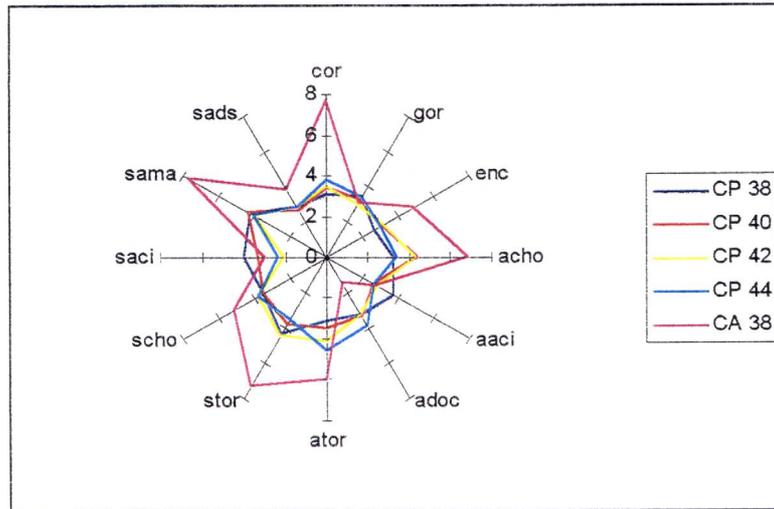


FIGURA 17. Gráfico aranha representando as médias dos atributos para as amostras analisadas.

Os resultados da análise sensorial expressos no gráfico aranha (Figura 17) sugerem que a amostra de cacau diferenciou-se em vários atributos comparada às amostras de cupuaçu, sendo que a intensidade em muitos deles foi bem superior para o cacau, como no caso de cor marrom, sabor amargo, sabor torrado e aroma chocolate. Para os atributos sabor chocolate, aroma torrado, aparência encorpada e sabor adstringente, apesar de ser superior esta diferença não foi tão grande, e para os atributos aparência gordurosa, aroma ácido e sabor ácido o cacau apresentou bastante semelhança comparado às amostras de cupuaçu. Observa-se ainda que a amostra de cacau caracterizou-se pela baixa intensidade de aroma doce.

No geral, as amostras de cupuaçu apresentaram-se bastante semelhantes entre si, porém a amostra 38 caracterizou-se por maior sabor e aroma ácido, menor sabor torrado e aparência menos encorpada. A amostra 40 destacou-se um pouco mais com relação a aroma de chocolate, sabor e aroma de torrado.

Para a amostra 42 os resultados foram similares à amostra 40 destacando-se menor intensidade de sabor ácido e maior intensidade de sabor e aroma torrados.

A amostra de cupuaçu torrada por 44 minutos apresentou maior intensidade de aroma torrado, cor marrom e sabor adstringente e menor intensidade de aroma ácido, aroma doce e sabor torrado, comparada às demais amostras de cupuaçu.

#### **5.4. Extração, separação, identificação e quantificação das alquilpirazinas**

Como pode-se observar nas figuras 18 e 19, as condições da análise cromatográfica permitiram uma boa separação e identificação dos componentes voláteis estudados. A Figura 18 ilustra o cromatograma obtido para a separação dos padrões de pirazinas, bem como do padrão interno, indicando a ordem de saída para cada um deles e a Figura 19 apresenta um cromatograma típico da fração aromática do cupuaçu torrado a 150°C por 42 minutos.

Os tempos médios de retenção obtidos foram: 9,42 para a metil, 11,20 para a 2,5-dimetil, 11,45 para a 2,6-dimetil, 11,80 para a etil, 11,96 para a 2,3-dimetil, 13,89 para o padrão interno, 14,17 para a 2,3,5-trimetil e 16,23 para a 2,3,5,6-tetrametilpirazina.

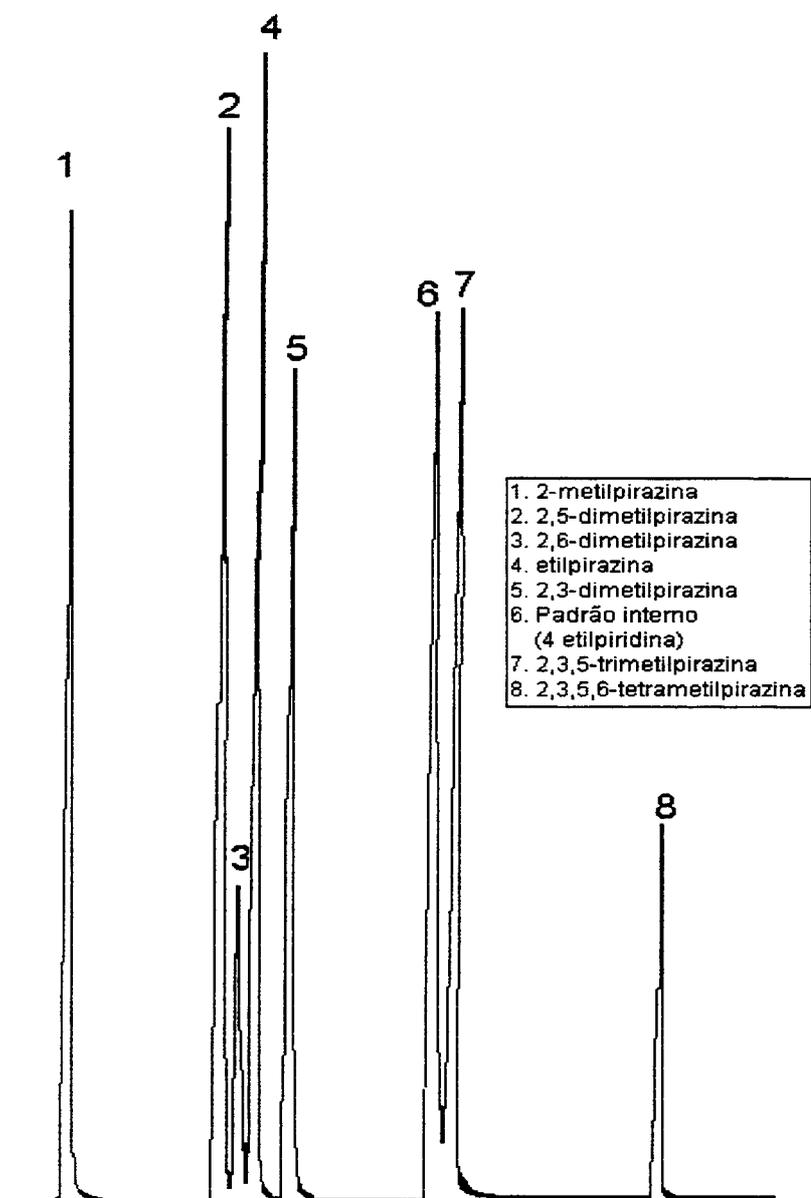


FIGURA 18. Cromatograma dos padrões de pirazinas e padrão interno.

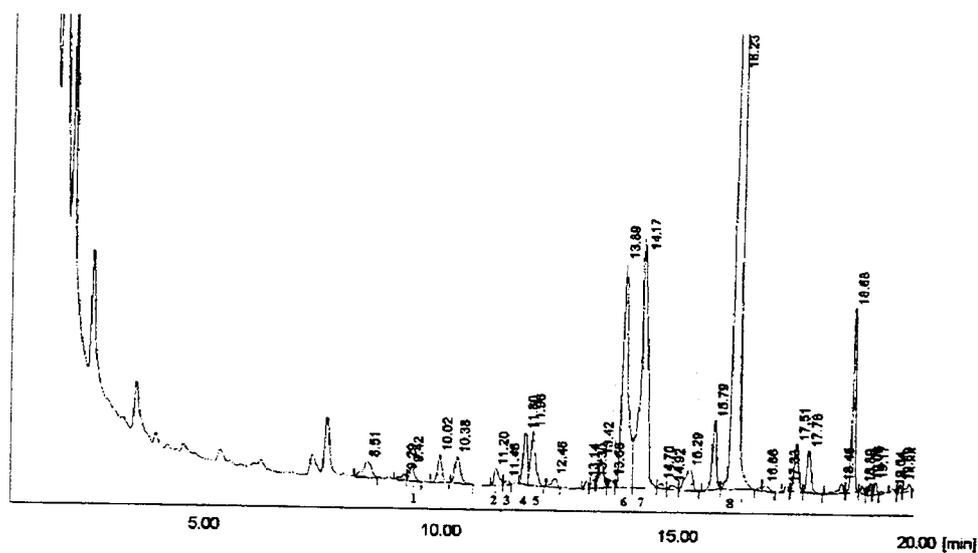


FIGURA 19. Cromatograma típico da fração aromática do cupuaçu torrado a 150°C por 42 minutos.

A Tabela 18 mostra os valores médios obtidos das concentrações mássicas de pirazinas nas amostras de cupuaçu torradas nos tempos de 38, 40, 42, 44 e 50 minutos, bem como na amostra crua.

TABELA 18. Valores médios das concentrações mássicas de pirazinas para as amostras de cupuaçu torradas.

Alquilpirazinas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ de liquor)							
Amostras	Metil	2,5-di	2,6-di	etil	2,3-di	2,3,5-tri	2,3,5,6-tetra
Cru	50,18 <sup>a</sup>	90,31 <sup>a</sup>	377,69 <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>	75,74 <sup>a</sup>	599,89 <sup>a</sup>	21686,28 <sup>a</sup>
38 min	126,42 <sup>b</sup>	208,53 <sup>b</sup>	411,56 <sup>a</sup>	136,46 <sup>b</sup>	608,39 <sup>b</sup>	1411,53 <sup>b</sup>	30940,50 <sup>b</sup>
40 min	156,09 <sup>b</sup>	243,90 <sup>b</sup>	573,35 <sup>b</sup>	214,50 <sup>cd</sup>	646,59 <sup>b</sup>	1811,78 <sup>c</sup>	33324,28 <sup>b</sup>
42 min	151,36 <sup>b</sup>	342,90 <sup>c</sup>	689,63 <sup>b</sup>	215,34 <sup>cd</sup>	981,00 <sup>c</sup>	2293,25 <sup>d</sup>	27981,67 <sup>c</sup>
44 min	234,70 <sup>c</sup>	275,31 <sup>bc</sup>	738,75 <sup>c</sup>	220,45 <sup>c</sup>	493,13 <sup>b</sup>	1823,13 <sup>c</sup>	27392,42 <sup>c</sup>
50 min	123,78 <sup>b</sup>	273,56 <sup>c</sup>	583,71 <sup>b</sup>	176,51 <sup>d</sup>	419,48 <sup>b</sup>	1591,23 <sup>bc</sup>	21964,89 <sup>a</sup>

ND = não detectado

Todos os valores com a mesma letra, numa mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Tukey –  $p \leq 0,05$ ).

A Figura 20 mostra a evolução da concentração das pirazinas de acordo com o tempo de torração para as amostras de cupuaçu.

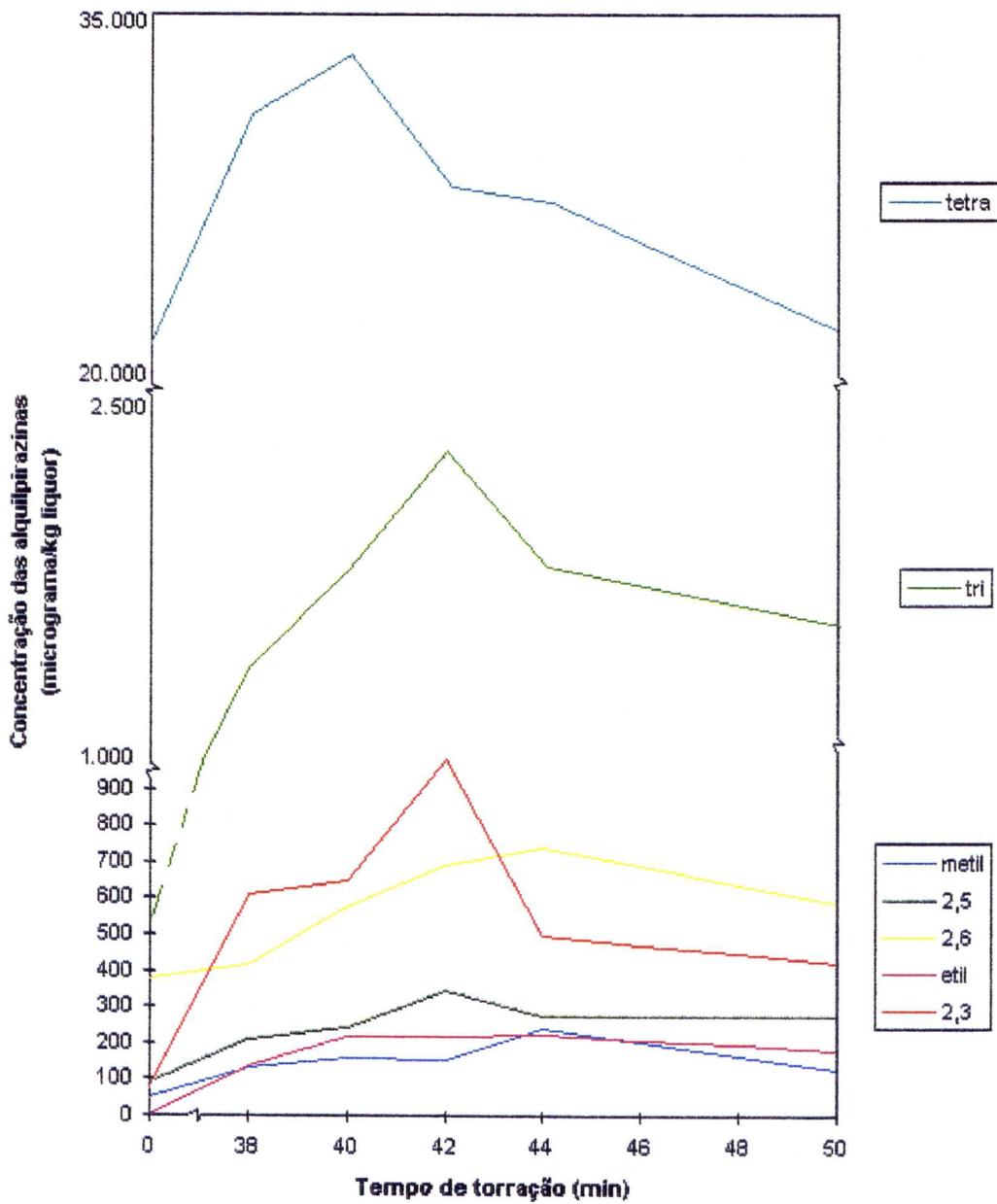


FIGURA 20. Evolução na concentração de alquiltrazinas durante a torração das amêndoas de cupuaçu a 150°C.

De maneira geral, observa-se que com o aumento do tempo de torração, ocorreu um aumento na concentração de todas as pirazinas identificadas até que atingissem um pico máximo a partir do qual a concentração começou a diminuir, devido provavelmente à formação das pirazinas por reação de Maillard com o aumento da temperatura e posterior perda por volatilização destas dado o aumento de temperatura.

A 2-metil e a etilpirazina foram as que apresentaram menor concentração comparadas às demais, tendo ambas picos máximos em 44 minutos de torração. Para a 2-metilpirazina a concentração máxima obtida em 44 minutos diferiu significativamente dos outros tempos avaliados. Já a etilpirazina não diferiu das amostras torradas por 40 e 42 minutos.

Dentre as dimetilpirazinas (2,5, 2,6 e 2,3), a 2,5 foi aquela identificada em menor concentração em todos os tempos de torração, com exceção à amostra crua onde este valor foi maior para a 2,3-dimetilpirazina. Sua concentração máxima foi observada na amostra torrada por 42 minutos, a qual não diferiu significativamente dos tempos 44 e 50 minutos.

Para a 2,6-dimetilpirazina observou-se uma concentração alta no início (amostra crua) comparada às demais dimetilpirazinas, com aumento progressivo até alcançar seu máximo em 44 minutos, sendo que esta concentração foi considerado estatisticamente diferente das demais para os diferentes tempos de torração.

Com relação à 2,3-dimetilpirazina, observou-se uma concentração inicial inferior às demais dimetilpirazinas, porém o aumento no decorrer da torração foi mais acentuado, registrando seu pico máximo em 42 minutos com concentração

superior comparada aos picos máximos da 2,5 e 2,6-dimetilpirazinas e diferindo significativamente das demais amostras.

As concentrações da 2,3,5-trimetilpirazina e da 2,3,5,6-tetrametilpirazina foram superiores comparadas às demais pirazinas, sendo a da tetra muitas vezes maior, como pode-se observar na tabela 18. A 2,3,5-trimetilpirazina atingiu máxima concentração em 42 minutos, diferindo de todas as outras amostras e a 2,3,5,6-tetrametilpirazina registrou maior concentração em 40 minutos, porém foi considerada estatisticamente semelhante à amostra torrada por 38 minutos.

Nota-se que para os sete compostos aromáticos estudados a concentração na amostra crua foi menor, havendo a formação de todos eles durante a torração.

Cabe destacar que o aumento na concentração das pirazinas avaliadas até a obtenção da máxima concentração foi diferenciado para cada uma, isto é, a taxa de crescimento de cada composto partindo-se da amostra crua até o tempo de torração onde a concentração atingiu seu máximo foi diferente, o que também pode ser observado na taxa de queda após o máximo ser atingido.

Através da Figura 20, pode-se observar a diferença nas taxas de crescimento e queda para cada um dos compostos pirazínicos, notando-se que foi necessário a quebra da escala do gráfico para plotar os sete compostos estudados, uma vez que as concentrações da trimetil e da tetrametilpirazina eram bastante superiores às demais pirazinas.

Verifica-se que a etilpirazina foi o composto que mais aumentou de concentração, partindo-se de uma concentração não detectada na amostra crua e

obtendo-se formação de 220,45 µg/kg de liquor em 44 minutos de torração. A queda observada não foi acentuada, mantendo-se próxima ao pico máximo.

A 2,3-dimetilpirazina também teve uma alta taxa de crescimento, porém a queda foi mais acentuada após 42 minutos de torração.

Em seguida tem-se a metilpirazina com crescimento relativamente alto até a concentração máxima de 234,70 µg/kg de liquor em 44 minutos de torração e posterior queda não acentuada.

A trimetilpirazina com taxa de crescimento razoável, teve uma queda mais atênue após 42 minutos de torração.

No caso das 2,6-di, 2,5-di e tetrametilpirazinas o crescimento observado foi menor em relação às demais com quedas também menores.

Analisando-se esses resultados verifica-se que as amêndoas de cupuaçu inteiras torradas por 42 a 44 minutos tiveram, no geral, maior desenvolvimento dos compostos aromáticos estudados.

Quando comparamos isso com os resultados obtidos na análise sensorial por ADQ realizada com a equipe treinada podemos constatar que realmente as amostras 42 e 44 minutos apresentaram maior predominância de sabor e aroma de chocolate e sabor e aroma de torrado quando comparadas às amostras 38 e 40 minutos, que caracterizaram-se mais pelos sabor e aroma ácidos.

Comparando-se ainda as médias destes atributos para as amostras 42 e 44, nota-se que a amostra 42 teve maior predominância de aroma chocolate, sabor torrado e sabor chocolate que a amostra 44.

Dessa forma, considerando-se os resultados sensoriais e cromatográficos, sugere-se que a amêndoa de cupuaçu inteira torrada por 42 minutos em forno rotativo convencional teve maior desenvolvimento de seu potencial aromático.

A 2,3,5,6-tetrametilpirazina, considerada uma boa indicadora da torração teve sua concentração diminuída a partir de 40 minutos, apesar das outras pirazinas ainda apresentarem crescimento em suas concentrações. Isso vem reforçar a hipótese de FADINI (1998) de que a torração teria seu ponto final atingido após o início do decréscimo na concentração desse composto aromático e não onde se observa seu pico de concentração máxima.

A Tabela 19 mostra os valores médios obtidos para as concentrações mássicas das pirazinas nas amostras de cupuaçu torradas nos tempos de 42 e 44 minutos, assim como na amostra de cacau torrada por 38 minutos na forma de *nibs*, com suas respectivas diferenças significativas (Tukey 5%).

TABELA 19. Valores médios das concentrações mássicas de pirazinas para as amostras de cupuaçu torradas a 42 e 44 min. e cacau 38 min.

Alquilpirazinas (µg/ kg liquor)	Amostras		
	CA 38	CP 42	CP 44
Metil	293,42 <sup>a</sup>	151,36 <sup>b</sup>	234,70 <sup>c</sup>
2,5-di	591,83 <sup>a</sup>	342,90 <sup>b</sup>	275,31 <sup>c</sup>
2,6-di	525,48 <sup>a</sup>	689,63 <sup>ab</sup>	738,75 <sup>b</sup>
Etil	318,64 <sup>a</sup>	215,34 <sup>b</sup>	220,45 <sup>b</sup>
2,3di	374,29 <sup>a</sup>	981,00 <sup>b</sup>	493,13 <sup>a</sup>
2,3,5-tri	798,15 <sup>a</sup>	2293,25 <sup>b</sup>	1823,14 <sup>c</sup>
2,3,5,6-tetra	1953,48 <sup>a</sup>	27981,67 <sup>b</sup>	27392,42 <sup>b</sup>

Todos os valores com a mesma letra, numa mesma linha, não diferem significativamente entre si (Tukey  $p \leq 0,05$ ).

Comparando-se as concentrações das pirazinas nas amostras de cupuaçu com concentrações máximas (42 e 44) com a amostra de cacau considerada em estudo de FADINI (1998) como a de melhor desenvolvimento de sabor de chocolate, observa-se que houve uma diferença significativa entre as amostras de cacau e cupuaçu em quase todas as pirazinas avaliadas.

A amostra de cacau apresentou maior concentração de metilpirazina diferindo significativamente ( $p \leq 0,05$ ) das amostras de cupuaçu torradas por 42 e 44 minutos, as quais diferiram entre si. O que também é observado para a 2,5-dimetilpirazina. Porém nota-se que a concentração da metilpirazina mais próxima ao cacau foi identificada na amostra de cupuaçu 44, enquanto que para a 2,5-dimetil foi a de 42 minutos.

Para a 2,6-dimetilpirazina a amostra de cacau foi considerada estatisticamente semelhante à amostra de cupuaçu torrada por 42 minutos e diferiu da torrada por 44 minutos.

No caso da etilpirazina o cacau diferiu significativamente de ambas as amostras de cupuaçu, as quais não diferiram entre si.

Para o teor de 2,3-dimetilpirazina observa-se que não houve diferença significativa entre o cacau e o cupuaçu torrado por 44 minutos, mas houve diferença com o 42, o qual apresentou concentração muito maior.

A amostra de cacau apresentou concentração inferior de trimetilpirazina, sendo diferente estatisticamente das amostras de cupuaçu, as quais também diferiram entre si.

Observa-se ainda que o cupuaçu apresentou uma concentração de tetrametilpirazina bastante superior comparada ao cacau, diferindo estatisticamente para  $p \leq 0,05$ .

Na avaliação sensorial realizada pela equipe treinada, observa-se também que a amostra de cacau diferiu bastante das amostras de cupuaçu, tendo características mais marcantes de sabor amargo, sabor e aroma torrados quando comparados ao cupuaçu, o qual apresentou menor intensidade de cor marrom e aroma doce mais acentuado.

Segundo FORS *et al.* (1986) em estudo das propriedades sensoriais de 5 alquilpirazinas, entre elas a 2,3-dimetilpirazina, 2,6-dimetilpirazina, 2,3-dietilpirazina, 2,3,5-trimetilpirazina e a 2,3,5,6-tetrametilpirazina, o aroma doce

estaria associado à presença da 2,6-dimetil, da trimetil e da tetrametilpirazina, sendo que em geral, a intensidade dos descritores aumentavam com o aumento na concentração delas.

Isto poderia explicar a maior intensidade de aroma doce para as amostras de cupuaçu comparadas ao cacau, uma vez que a concentração da trimetil e da tetrametilpirazina quantificadas para o cupuaçu foi bem maior que para o cacau.

Em avaliação sensorial realizada por *expert* em torração de cacau, quando comparadas amostras de cupuaçu torradas com o cacau, sugeriu-se que o cupuaçu era menos agressivo e marcante que o cacau em termos de sabor e sua cor mais clara. Apesar dele ser amargo, a intensidade deste atributo foi considerada bem mais forte para o cacau, o qual apresentou também maior intensidade de *sour*. O *sour* foi definido pelo *expert* como um sabor azedo que é percebido mais na garganta que na língua, e está associado ao sabor de ácido acético proveniente da fermentação.

Segundo ainda o *expert*, em termos gerais o cupuaçu foi considerado um produto bom, com características de sabor próprias, lembrando o sabor de castanha, sendo que não apresenta sabor residual marcante de chocolate como acontece quando prova-se liquor de cacau.

Apesar da equipe sensorial treinada ter detectado sabor e aroma de chocolate nas amostras de cupuaçu, nota-se que esta amêndoa diferiu em termos gerais do sabor do cacau, apresentando características próprias e marcantes, as quais poderiam ser valorizadas na utilização do cupuaçu em misturas com o cacau para a elaboração de produtos diferenciados, como é o caso por exemplo

da “gianduia” que mistura cacau com avelãs para produzir uma massa que é utilizada tanto como recheio de bombons como para a produção de chocolates.

### 5.5. Teste de aceitação

O *cupulate* submetido ao teste de aceitação com uma equipe de 40 provadores não treinados apresentou boas características de sabor, com 57% dos provadores atribuindo nota 7 referente a gostei regularmente, como pode-se observar no histograma da Figura 21 .

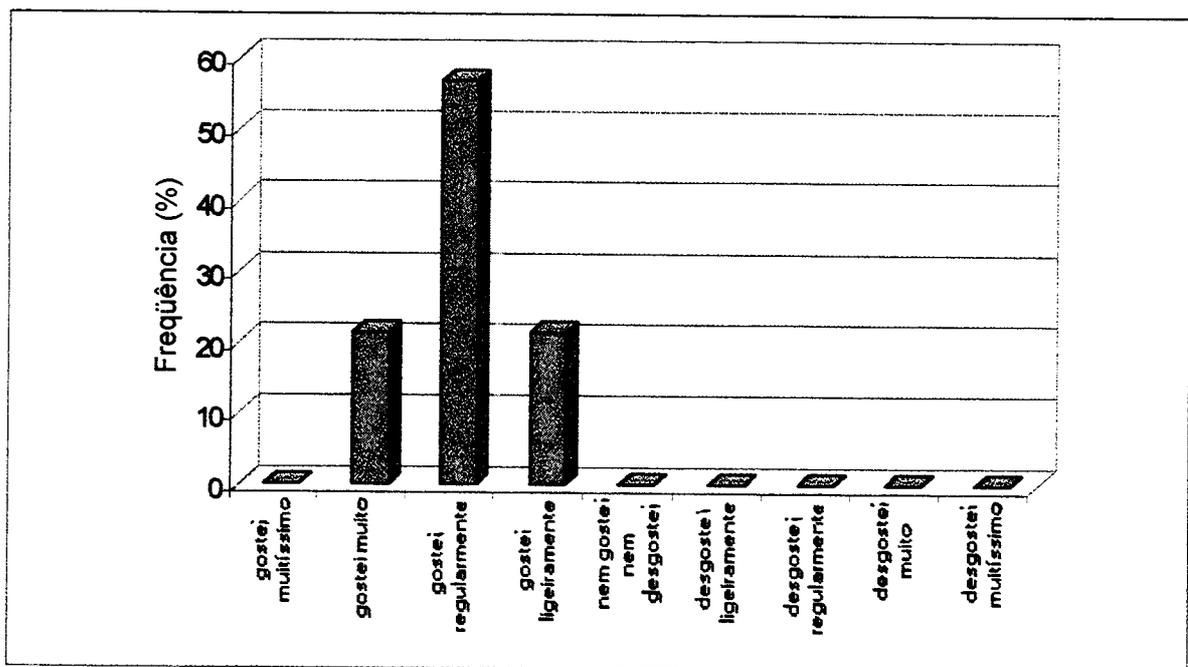


FIGURA 21. Histograma referente aos resultados do teste de aceitação para o *cupulate*.

Observa-se que nenhum provador atribuiu nota menor que 6, estando o produto dentro da faixa de gostei muito e gostei ligeiramente, o que caracterizou o *cupulate* com uma aceitação muito boa.

Segundo os comentários anotados na ficha de avaliação, muitos provadores indicaram que o produto apresentou sabor semelhante à chocolate hidrogenado, com notas mais frutais.

## **6. CONCLUSÕES**

✓ Considerando-se a evolução no teor das pirazinas e os resultados obtidos na análise sensorial, sugere-se que a torração em forno elétrico rotativo escala piloto para as amêndoas de cupuaçu inteiras mais indicada seria de 42 minutos a uma temperatura de 150°C na camisa do torrador.

✓ Apesar das dificuldades enfrentadas pela equipe sensorial ao avaliar um produto novo e ainda estando na forma de liquor, um bom treinamento dos provadores pode levar à obtenção de resultados bastante satisfatórios.

✓ De forma geral, o aumento no tempo de torração levou a um aumento na intensidade de cor marrom e de aroma torrado para as amostras de cupuaçu, com diminuição do aroma e do sabor ácido.

✓ De acordo com os resultados obtidos na análise sensorial, o cupuaçu apresenta características marcantes próprias com suave sabor de chocolate e sabor mais adocicado que o cacau.

✓ O cacau apresenta características sensoriais diferentes do cupuaçu, sendo bem mais ácido e amargo, contudo apresentou coloração mais escura e com acentuado sabor de chocolate.

✓ A análise sensorial indicou que as amostras com melhor desenvolvimento de sabor foram aquelas onde a concentração da 2,3,5,6-tetrametilpirazina já não era máxima, mas apresentava-se no início do declínio.

✓ O cupuaçu à diferença do cacau apresentou teores de pirazinas significativamente altos para as amostras cruas, especialmente da tetra, tri metilpirazinas, com exceção da etilpirazina que não foi detectada na amêndoa não torrada.

✓ De maneira geral, observou-se que com o aumento do tempo de torração, ocorreu um aumento na concentração das 7 alquilpirazinas estudadas, havendo formação de todas elas com o tratamento térmico.

✓ A concentração da 2,3,5,6-tetrametilpirazina presente no cupuaçu é mais de 14 vezes superior àquela encontrada no cacau e a 2,3,5-trimetilpirazina é 2,9 vezes maior.

✓ Os resultados obtidos indicam que o cupuaçu é uma interessante matéria-prima com características peculiares de sabor, que poderiam contribuir para a obtenção de produtos diferenciados similares aos achocolatados, de alta qualidade, podendo ser utilizados ainda em misturas com o cacau.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALVES, M. L. B. **A cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus, EMATER-AM, 1984, 19p.
- AMERINE, M.A; PANGBORN, R.R. & ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York. Academic Press, 1965, p. 1-22.
- ARAGÃO, C. G. **Mudanças físicas e químicas da semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*) durante o processo fermentativo**. Manaus, 1992.115p.tese (Mestr.) INPA . Universidade do Amazonas.
- ARNOLDI, A.; ARNOLDI, C. BALDI, O. & GRIFINI, A. Flavor components in the Maillard reaction of diferent amino acids with fructose in a butter - water. Qualitative and quantitafive analysis of pirazines. **J. Agric. Food Chem** 36: 988-992,1988.
- BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R. & NAGATA, I. Estudos físicos e químicos dos frutos: bacuri (*platonía insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e mucuri (*Byrsonima crassifolia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, Pelotas, 1979. **Anais**. v. 2, p.797-808.
- BAREL, M.; GUYOT, B. & VICENT, J. C. Les fractions proteiques du cacao avant et apres torrefaction. Influence de la fermentation. **Café, Cacao,Thé**. 27(2): 127-144, 1983.

- BAREL, M.; LEON, D. & VICENT, J.C. Influence du temps de fermentation du cacao sur la production des pyrazines du chocolat. **Café, Cacao, Thé.** (29): 277-286, 1985.
- BASTOS, E. **Cacau e riqueza agrícola da América.** São Paulo, Icone Editora, 1987. 103p.
- BAUERMEISTER, P. Cocoa liquor roasting. **The Manufac. Confect.** 10:43-45,1981.
- BECKET, S.T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use.** 2 ed. Imp. London: Blackie Academic, 1994, 408p.
- CALZAVARA, B. B. G. Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro e cupuaçuzeiro. IPEAN. **Série culturas da Amazônia,** Belém, 1 (2): 45-84, 1970.
- CALZAVARA, B. B. G.; MÜLLER, C.H. & KAHNAGE, O.N.C.. **Fruticultura tropical: O cupuaçuzeiro.** EMBRAPA/CPATU, Belém, 99p., 1984.
- CALZAVARA, B. B. G, .**Cupuaçuzeiro.** EMBRAPA/CPATU, **Recomendações Básicas 1,** 1987, 5p.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** 3 ed. INPA, Manaus. 176p,1976.

- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 4ed. Museu Paraense E. Goeldi / Souza Cruz, Belém, 1988.
- CHAAR, M. J. **A Composição do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Shum*) e conservação de seu néctar por meios físicos e químicos**. Rio de Janeiro, 1980. 87p. Tese (Mestr.). Universidade Rural do Rio de Janeiro.
- CHAIRMAN, D.P.; VADETZSKY, E.; LANGWILL, K.E.; McCLOSKEY, K. & SCHUEMANN, H.W. **Twenty years of confectionery and chocolate progress**. The AVI Publishing Company, Inc., 1970, 775p.
- CHEVALLEY, J. Rheology of chocolate. **Journal of Food Studies** 6, 177-196, 1974.
- COUTINHO, R. B. S. Industrialização das sementes de cupuaçu. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Amazônia**, Belém, 2(4): 7-10, 1969.
- CUATRECASAS, J. Cacao and its allies a taxonomic revision of the *Genus Theobroma*. **Bulletin of the United States National Museum**, Washington, v.35, part 6, 613p., 1964
- DAMÁSIO, M.H. & COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquim. Technol. Alimentos**, v.31, n.2, p.165-178, 1991.
- DIAS, J. C. **Construções rurais nas fazendas de cacau**. Belém, CEPLAC/DEPEA, 1983, 43p.

- DROUVEN, H.; FABRY, I. & GÖPEL, G. Tecnologia de Dulces. Tomo I – Chocolate. DROUVEN & FABRY GmbH. 1996, 121p.
- FADINI, A.L. Comparação da eficiência do processo convencional de torração do cacau frente ao processo por microondas. Campinas. 1998, 122p. Tese (Mestrado)- UNICAMP.
- FISCHER, N.; HAMMERSCHMIDT, F.J. & BRUNKE, E.J. Contribution to the analysis of the flavor of cupuassu fruit (*Theobroma grandiflorum Spreng*). **Fruit Processing**, v.05, n.03, p. 61-65, 1995.
- FORS, S.M. & OLOFSSON, B.K. Alkylpyrazines, volatiles formed in the Maillard reaction. II Sensory properties of five alkylpirazines. **Chemical Senses**, vol 11, nº 1, pp 65-77, 1986.
- FRANCO BUENO, M.R. Componentes voláteis e sabor de manga (*Mangífera indica* L) e mamão (*Carioca papaya* L.). Campinas, 1992. 230p. Tese (Doutorado)- UNICAMP.
- GALLOIS, A. Les pirazinas presentes dan les alimente. **Sci des Aliments**. 4: 145-166, 1984.
- GARCIA, J. J. S.; MORAIS, F. I. O.; ALMEIDA, L. C. & DIAS, J. C. **Sistema de produção do cacauero na Amazônia brasileira**. Belém, CEPLAC/DEPEA, 1985, 118p.

- GAZETA MERCANTIL. **Cupuaçu ocupa o lugar da pimenta**. São Paulo. p. 18, 24/09/96.
- GIL, M.S.; MacLEOD, A.J. & MOREAU, M. Volatile components of cocoa with particular reference to glucosinolate products. **Phytochemistry** **23** (9): 1937-1942, 1984.
- HELFENBERGER, A. La fermentación de pequeñas muestras en investigaciones sobre el processado del cacao. **Turrialba**, Turrialba, **12** (1): 42-44, 1962.
- KALIL, A.C. Manual Básico de Nutrição. São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.
- KEME, T. Heat treatment of cocoa problems and controlling. **Chocolate Manufacturing**. 101-108, jun. 1994.
- KLEINERT, J. Cleaning, roasting and winnowing. In: BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. Blackie A & P,
- LAJUS, B. **Estudo de alguns aspectos da tecnologia do cacau**. São Paulo, 1982, 81p. Tese (Mestr.) USP.
- LIMA, H. C.; MIRANDA, R. M. & DELLA MODESTA, R. C. **Estudo para a melhoria tecnológica do Cupulate em pó**. I Encontro Norte/Nordeste da SBCTA, 1995.

- LOPEZ, A.S. & MacDONALD, C.R. A Definição de Descritores to be Used for the Qualification of Chocolate Flavours in Organoleptic Testing. **Revista Theobroma** **11** (3): 209-217, 1981.
- LOPEZ, A.S. & QUESNEL, V.C. Volatile fatty acid production in cacao fermentation and the effect on chocolate flavor. **J.Sci. Food Agric.** 24(3):319-324, 1973.
- LYON, B.G. Development of chicken flavor descriptive attribute terms aided by multivariate statistical procedures. **J. Sensory Stud.**, **2.**, 1987, 55-67p.
- MAGA, J.A. Pyrazines in flavour. In: MORTON, I.D. & MacLEOD, A.J. Food flavours. Univer. Of London. Campden Hill. p.283-323, 1982.
- MARTIN, R.A.J. **Chocolate.** Academic Press Inc., 1987.132p.
- MERMET, G. ; CROS, E.; GERGES, G. Etude préliminaire de L'optimisation des paramètres de torréfaction du cacao. **Café, Cacao, thé.** 36(4): 285-290,1992.
- Métodes D'Analyses de L'office International Du Cacao et Du Chocolat. Viscosité du Chocolat. Détermination de la limite l'écoulement et de la viscosité plastique de Casson. Feuille 10-F/1973. **Rev. Int. Choc. (RIC)** 28:216-218, 9 set 1973.
- MINIFIE, B.W. **Chocolate, cocoa and confectionery science and technology.** West Port, AVI, 1970. 48Op.

- MIRANDA, R. M. **Conservação da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) com o uso do frio**. Manaus, 1989, 104p. Tese (Mestr.) INPA/FUA.
- MOHR, W. In MEILI, M. **Etudes des correlations entre le comportement technologique des substances aromatiques et leurs propriétés physico-chimiques**. Thèse de Docteur duniversité, Université de Technologie de Compiègne.
- MONTEIRO, W.R. **Gênero Theobroma: Distribuição e importância econômica**. I Workshop sobre as culturas de cupuaçu e pupunha, 1996, Manaus. Anais. Manaus – AM: Embrapa – CPAA, 1996. P.170.
- MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods: Marketing and R&D approaches**. Westport: Food and nutrition press, 1983. 605p.
- NAZARÉ, R.F.R. **Processos agroindustriais para o desenvolvimento de produtos de cupuaçu (*Theobroma garndiflorum*)** in: Seminário International sobre Pimenta-do-reino e cupuaçu, 1, Belém, 1996.
- NAZARÉ, R.F.R.; BARBOSA, W.C. & VIEGAS, R.M.F. **Processamento das sementes de cupuaçu para obtenção de cupulate**. Belém. EMBRAPA-CPATU. 1990. 38p. (EMBRAPA – CPATU Boletim de pesquisa, 108).

- OLIVEIRA, M. L. S. **Contribuição ao aproveitamento industrial do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*)**. Fortaleza, 1981, 72p. Tese (Mestr.). UFC.
- PASSMORE, R.; NICOL, B.M. & RAO, M.N. **Manual sobre Necessidades Nutricionales del Hombre**. Ginebre: OMS, 1975 (Série de Monografias, 61).
- PEZOA, G.N.H. **Contribution a l'etude d'un capteur por controlar en continu procede de torrefaction**. Compiègne, 1989. 17Op.These (Docteur) Université de Technologie de Compiègne, France.
- PHILOCREON, N. C. Cupuaçu, piquiá, pupunha. **An. Farm. Quim.**, São Paulo, **13**(11/12):92-97, 1962.
- POWERS, J.J. Current practices and application of descriptive methods. In: PIGGOT, J.R. **Sensory analysis of foods**. New York. Elsevier Applied Science Publishers, 1984. P. 179-242.
- REINECCIUS, G.A. KEENY, P. G. & WEISSBERGER, W. Factors affecting the concentration of pirazines in cocoa beans. **J. Agr. Food Chem.** 20(2): 202-206, 1972.
- ROHAN, T.A. The precursors of chocolate aroma: comparative study of fermented and unfermented cocoa beans. **J. Food Sci** 29(4): 456-459, 1964.
- ROHAM, T.A. The flavor of chocolate, its precursor and a study of their reaction. **Gordian** 69(9):443-447, 1969.

SAS Institute Inc. Cary, USA: SAS Institute Inc., 1989. Version 6.

SHUFEN, L.; BERGER, J.E. & HARTLAND, S. LTV spectrophotometric determination of theobromine and caffeine in cocoa beans. **Anal. Chimi. Acta.** 232: 409-412, 1990.

SILVA, A. Q. & SILVA, H. Teores de nutrientes em cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Nota técnica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, Brasília, 1986. **Anais**. Brasília, EMBRAPA/DDT/CNPq, 1986, v.2, p.269-271.

SILVA, M.A.A.P. Flavor properties and stability of a corn-based snack: aroma profiles by gas chromatography (GC). GC-olfactometry, mass spectrometry and descriptive sensory analysis. 1992. Tese (Dout.) Oregon State University.

SILVA, W. G. **Gordura de cupuaçu - Sucedâneo de manteiga de cacau**. São Paulo, 1988. 124p. Tese (Dout.) Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo.

SILWAR, R.R. Gas chromatographic-mass spectrometric investigation of cocoa flavor, quantitative determination of steam volatile aroma constituents. **Café, Cacao, Thé.** 32(3): 243-250, 1988.

STAUFFER, M.B. Chocolate manufacturing: critical process controls- An overview. **Manufacture Confectioner.** 92-94, jun. 1994.

STONE, H. & SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, USA, 1985. p.296.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A. & SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food technology**, **28/1**, 1974, 224-29, 32, 34p.

THORZ, M.S. & SCHMITT, A. Thin film liquor roasting and pre-treatment technology. **The Manufacturing Confectioner**. 65-70, jun. 1984.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Compositon of Foods. Washington: USDA, 1963.

VAN DER WAL, B.; KETTENES, D.K. ; STOFFELSMA, J.; SIPMAG. & SEMPER, A.Th.J. New volatile components of roasted cocoa. **J. Agr. Food Chem.** 19(2): 276-280, 1971.

VASCONCELOS, M.A.M. Transformações físicas e químicas durante a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). Campinas . 1999, 114p. Tese (Mestrado)- UNICAMP.

VELHO, C.C.; CHARLES, D.J. & SIMON, J.E. Volatile Fruit constituents of *Theobroma grandiflorum*. **Hort. Science** **26 (5)** : 608, 1991.

VENTURIERI, G.A. Cupuassu tree- typical fruit of Amazônia with the prospect for export. **Inf. Soc. Bras. Frutic.** 3(4) 7, 1984.

VENTURIERI, G. A. & AGUIAR, J. P. L. Composição do chocolate caseiro de amêndoas de cupuaçu (*Theobromna grandiflorum Schum*). **Acta Amazônica**, Manaus, **18**(1/2):3-8, 1988.

ZAMALLOA, C.W.A. **Caracterização físico - química e avaliação de metilpirazinas no desenvolvimento do sabor, em dez cultivares de cacau (*Theobroma cacao L.*) produzidos no estado de São Paulo**. Campinas, 1994. 121p. Tese (Mestr.) Fac. Eng. Alim. UNICAMP.

## APÊNDICE I

**TABELA 20. Níveis de significância ( $p$ ) para provadores selecionados em função de discriminação das amostras ( $F_{amostra}$ )**

Prov.	COR	GOR	ENC	ACHO	AACI	ADOC	ATOR	STOR	SCHO	SACI	SAMA	SADS
P1	0,0001	0,8378	0,0170	0,0009	0,4000	0,0003	0,0045	0,1003	0,0007	0,0003	0,0247	0,0884
P3	0,0015	0,0276	0,0195	0,0216	0,0001	0,2319	0,0068	0,0024	0,0068	0,0008	0,0145	0,0208
P4	0,0001	0,0418	0,0006	0,0017	0,0081	0,2225	0,0034	0,0568	0,0217	0,1620	0,0361	0,2556
P5	0,0002	0,0056	0,0177	0,0040	0,0167	0,0693	0,0669	0,0370	0,7589	0,0313	0,0289	0,0329
P6	0,0001	0,0221	0,0001	0,0041	0,0058	0,0001	0,0002	0,0001	0,2447	0,0003	0,0003	0,1170
P11	0,0001	0,2751	0,0059	0,0332	0,0001	0,0004	0,5205	0,0099	0,2638	0,0001	0,0012	0,3900
P12	0,0001	0,6761	0,0001	0,0001	0,0090	0,0094	0,0318	0,1536	0,0047	0,1665	0,0021	0,0745
P14	0,0083	0,0007	0,1747	0,0021	0,0498	0,0001	0,0544	0,0493	0,0041	0,0001	0,0366	0,0108
P15	0,0001	0,0012	0,0631	0,0237	0,0049	0,9690	0,0447	0,0304	0,0389	0,3422	0,0250	0,0007

Valores assinados em vermelhos referem-se àqueles de  $p$  de  $F_{amostra} > 0,50$ .

**TABELA 21. Níveis de significância ( $p$ ) para provadores selecionados em função da repetibilidade ( $F_{repetição}$ )**

Prov.	COR	GOR	ENC	ACHO	AACI	ADOC	ATOR	STOR	SCHO	SACI	SAMA	SADS
P1	0,1719	0,0249	0,7848	0,1148	0,6324	0,2362	0,2391	0,3322	0,3765	0,5559	0,5681	0,5676
P3	0,8946	0,3350	0,4251	0,9846	0,4174	0,5741	0,4899	0,7895	0,1358	0,5673	0,0719	0,1464
P4	0,2214	0,5953	0,0026	0,7925	0,7078	0,9268	0,3674	0,1017	0,7816	0,1023	0,6263	0,1634
P5	0,0974	0,2140	0,7808	0,2243	0,2980	0,4316	0,1227	0,5724	0,5584	0,7012	0,5911	0,9163
P6	0,9895	0,3774	0,8323	0,7145	0,3077	0,3880	0,0113	0,1031	0,3562	0,7637	0,3332	0,1422
P11	0,3739	0,9756	0,6561	0,5684	0,4598	0,8270	0,2826	0,4231	0,8731	0,7627	0,2825	0,6248
P12	0,0299	0,1326	0,1258	0,2272	0,2727	0,5446	0,6595	0,9171	0,0946	0,2741	0,7671	0,8007
P14	0,0231	0,5487	0,2135	0,0192	0,1421	0,4541	0,7542	0,2246	0,6679	0,0935	0,1570	0,7820
P15	0,1123	0,1292	0,0829	0,6069	0,5666	0,8967	0,8218	0,0960	0,3762	0,4480	0,5678	0,8754

Valores assinalados em vermelho referem-se àqueles de  $p$  de  $F_{repetição} < 0,05$ .

## APÊNDICE II

*TABELA 22. Médias da equipe e de cada provador para os atributos julgados pelos provadores selecionados.*

Atr/Pro	P1	P3	P4	P5	P6	P11	P12	P14	P15	Equipe
Cor	2,43	3,73	4,60	1,57	3,70	3,20	2,67	2,17	3,43	3,05c
	3,57	3,13	3,13	2,93	2,43	4,10	4,17	3,37	3,50	3,37bc
	3,67	3,60	5,13	2,07	4,63	4,47	2,27	1,80	3,50	3,46bc
	4,03	3,63	4,00	2,50	5,80	4,57	3,40	2,90	3,17	3,78b
	7,37	8,63	8,43	8,07	8,63	8,33	8,17	5,40	5,93	7,66a
Gor	1,60	5,13	4,00	4,33	6,77	1,77	1,47	3,07	2,80	3,43a
	1,93	2,40	2,30	4,33	7,03	2,50	1,47	4,93	2,27	3,24a
	1,60	3,67	3,23	2,47	6,80	1,97	1,37	2,83	3,00	2,99a
	1,83	3,30	2,40	5,80	5,50	2,50	1,53	5,03	2,43	3,37a
	2,10	1,80	1,13	3,33	4,63	2,80	1,57	5,47	4,83	3,07a
Enc	1,83	2,53	2,97	2,17	3,57	3,37	1,73	2,67	2,60	2,60b
	1,60	3,23	3,53	2,63	5,50	2,63	2,96	2,07	3,07	3,02b
	1,47	3,53	3,27	5,13	4,43	3,57	1,60	2,30	3,03	3,15b
	1,43	3,07	4,17	2,53	5,30	3,37	2,77	2,07	2,13	2,98b
	3,77	3,17	2,93	6,83	8,13	4,03	5,50	4,33	4,50	4,80a
Acho	1,83	3,93	4,03	2,37	5,70	2,53	1,40	3,53	3,30	3,18c
	3,43	5,40	7,40	3,67	6,83	3,83	3,20	1,67	3,93	4,37b
	2,87	4,10	7,10	3,87	6,00	2,87	4,80	2,93	4,53	4,34b
	2,80	2,70	6,37	3,77	4,63	2,60	2,36	1,93	3,00	3,35c
	5,93	7,07	7,27	9,00	8,57	5,23	7,43	4,77	5,83	6,79a
Aaci	2,13	7,23	1,90	6,03	3,10	5,87	2,20	2,30	2,10	3,65a
	2,23	2,70	1,10	4,77	1,83	6,23	1,77	1,97	1,63	2,69b
	2,63	2,17	2,23	4,13	2,43	4,33	2,87	2,60	1,97	2,81b
	2,80	2,17	1,40	4,40	2,07	3,33	3,10	2,17	2,07	2,61b
	1,37	7,3	1,27	2,27	0,97	3,20	1,10	3,57	3,87	2,77b
Adoc	1,33	2,20	2,47	3,43	7,57	2,70	2,13	4,53	2,53	3,21a
	2,23	2,67	2,33	5,47	8,83	2,73	1,67	1,73	2,53	3,35a
	2,70	1,87	2,93	5,03	6,67	1,57	1,47	4,53	2,23	3,22a
	0,97	2,60	2,03	2,63	5,90	1,83	2,03	1,33	2,60	2,44b
	0,70	1,07	1,00	1,87	0,90	1,60	0,80	2,77	2,67	1,48c
Ator	2,00	2,87	3,90	2,13	3,57	2,73	3,50	4,33	3,27	3,14d
	2,13	3,83	4,77	3,57	3,70	2,27	3,93	5,20	2,30	3,52cd
	2,63	3,43	4,80	4,80	5,43	4,10	3,07	4,57	4,53	4,15c
	4,90	4,63	5,17	4,60	3,53	3,90	4,43	5,70	5,00	4,65b
	3,53	6,73	7,33	7,23	8,83	3,37	7,87	4,60	5,10	6,07a
Stor	2,37	3,30	5,83	8,07	3,30	5,23	4,10	2,93	3,80	4,32b
	2,57	3,87	6,30	6,60	3,57	2,30	2,70	3,07	3,20	3,80b
	2,37	4,53	7,07	5,83	4,80	6,13	3,77	2,53	3,40	4,49b
	2,23	2,20	5,97	3,23	4,87	4,07	3,80	2,37	2,90	3,51b
	4,57	5,70	8,43	9,47	8,93	8,27	7,93	6,33	6,40	7,34a
Scho	2,80	3,03	5,53	3,83	5,33	4,30	1,57	2,60	2,63	3,51b
	4,87	3,63	5,47	3,53	4,63	2,00	2,40	1,17	4,17	3,54b
	3,53	3,03	6,03	3,80	6,50	4,77	1,53	2,20	2,50	3,77b
	3,50	1,73	6,27	3,87	4,70	3,17	2,60	1,57	3,23	3,40b
	4,37	4,50	5,07	5,20	4,10	5,13	5,56	6,03	6,67	5,18a
Saci	2,73	5,50	2,53	4,47	7,13	6,37	3,10	2,13	2,07	4,00a
	3,50	2,47	2,43	3,23	5,00	7,07	2,33	1,27	2,07	3,26b
	1,27	2,13	2,40	2,40	2,73	2,00	2,13	1,23	2,20	2,06c
	1,10	2,17	1,83	4,97	2,53	2,40	2,33	1,53	2,27	2,35c
	1,17	6,27	1,17	5,70	1,03	1,70	1,90	4,40	3,43	2,97b
Sama	2,13	5,33	5,90	4,43	5,07	5,67	2,60	2,90	3,83	4,21b
	2,57	5,30	6,07	5,43	5,60	3,33	3,63	1,97	4,63	4,28b
	1,73	2,90	6,70	2,97	6,73	6,53	2,97	2,00	3,33	3,98b
	1,83	5,00	7,37	2,70	7,47	1,77	3,37	2,77	4,57	4,09b
	5,30	8,20	8,63	9,60	8,93	8,13	7,40	5,97	7,20	7,70a
Sads	1,87	1,73	1,87	7,73	4,67	1,57	1,07	0,63	4,10	2,80b
	2,97	2,53	0,97	2,13	5,30	1,50	2,33	2,10	4,23	2,67b
	2,80	3,47	2,13	4,40	5,27	1,53	1,10	1,40	3,07	2,79b
	1,53	3,63	1,03	5,13	6,27	1,50	2,53	1,40	2,63	2,85b
	3,13	3,57	1,13	5,77	8,23	2,23	1,77	3,40	5,07	3,81a