



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

MERY YOVANA RENDÓN MAMANI

ACIDEZ DO CAFÉ E A QUALIDADE DA BEBIDA

Londrina
2007

MERY YOVANA RENDÓN MAMANI

ACIDEZ DO CAFÉ E A QUALIDADE DA BEBIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Prudêncio

Londrina
2007

MERY YOVANA RENDÓN MAMANI

ACIDEZ DO CAFÉ E A QUALIDADE DA BEBIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Helena Prudêncio
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Evanilda Teixeira
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Édison Miglioranza
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 17 de setembro de 2007.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a oportunidade para desempenhar todo esse trabalho;

A Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudêncio, pelas orientações e paciência excepcionais;

A Pesquisadora Maria Brígida dos Santos Scholz – IAPAR, pelas orientações, companheirismo e apoio técnico fundamental ao desenvolvimento do trabalho;

Ao Corretor de Café Marcos Aurélio Bacceti, pelas orientações, apoio técnico, companheirismo e paciência.

Ao Prof. Dr Fábio Yamashita, por toda disponibilidade e colaboração;

A toda minha família, em especial a Marcelino Rendón e Nicolasa Rendón, pelo apoio fundamental para a realização deste trabalho;

A todas as pessoas que contribuíram na minha formação na área de café, em especial a Dona Teresa Gazola, Sandra García, Mario Eduardo Márquez, Joana D’Arc, Alexandra Vieira e Cidinha Moro.

A todo o pessoal do Edifício América em especial a Roberto Scotton, Pedro Almeida, Tuneo Kague, Carlos Amaral, Rafael Amaral, Sergio Zambrin, Geraldo Fernandez, Giovanni Mantovani, Luis Ribeiro, Victor Matsubara, André Pereira, Francisco Cabral, Daniel Andrade, Fabiano Odebrecht, Carlos Moro e ao Centro de Comércio de Café de Londrina – PR.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão da bolsa de estudo.

RENDÓN, Mery Yovana Mamani. **Acidez do café e a qualidade da bebida.** 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

A qualidade do café é assunto de diversas pesquisas, buscando correlacionar a composição dos grãos durante sua formação e maturação com a qualidade da bebida. O objetivo do trabalho foi determinar a correlação entre a acidez de grãos verdes com a qualidade das bebidas de 35 amostras cultivadas na região norte do Paraná e classificadas como bebida dura ou apenas mole. Nos grãos verdes e torrados foram realizadas avaliações químicas e físicas. Nas bebidas provenientes dessas amostras foram determinados os níveis de qualidade (escala estruturada de 8 pontos) de alguns atributos por três provadores profissionais e as intensidades (escala não estruturada de 10 cm) de acidez, adstringência e sabor verde por 10 provadores profissionais selecionados e treinados. A acidez titulável dos grãos verdes variou de 164,59 a 230,06 ml de NaOH 0,1 N e os teores de ácidos clorogênicos de 4,93 a 8,49 g/100 g. Com o processo de torra os grãos tiveram perda de peso de 12,09 a 15,62 g/100 g e expansão de 43,16 a 75,66 %. A luminosidade dos grãos torrados situou-se entre 26,91 a 30,45 e a tonalidade cromática entre 55,67 a 61,24. A intensidade sensorial de acidez nas bebidas variou de 4,35 a 7,95, de adstringência de 4,11 a 7,74 e de sabor verde de 2,61 a 4,58. As bebidas foram idênticas quanto à qualidade global e de aroma, com valores médios de 6,48 e 6,38 respectivamente, mas tiveram diferentes níveis de qualidade de acidez (3,3 a 7,0), sabor (5,0 a 7,7) e sabor residual (5,0 a 7,3). Por meio da Análise de Componentes Principais e de Agrupamento, as amostras foram agrupadas em cinco grupos com características químicas, físicas e sensoriais diferentes. Houve uma correlação inversa entre a qualidade global, de sabor e de sabor residual das bebidas e a acidez titulável e teor de ácidos clorogênicos dos grãos verdes indicando que grãos contendo alto teor acidez apresentaram qualidade de bebida inferior.

Palavras-chaves: *Coffea arabica* L. Provador profissional. Sabor. Maturação do café.

RENDÓN, Mery Yovana Mamani. **Acidity of coffee and the quality of beverage.** 2007. 83f. Dissertation (Master's Degree in Food Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

The quality of coffee is subject of several researches, aiming the correlation between the grains composition during development and ripening, with the quality of beverage. The objective of the work was to determine the correlation of the acidity of green grains with the beverages quality of 35 samples from coffee cultivated in the Paraná North area and classified as hard beverage or just soft beverage. The green and toasted grains were submitted to chemical and physical evaluations. The beverages that resulted from those samples had the quality attributes levels determined using an 8 points structured scale by three expert coffee tasters. The intensities of acidity, astringency and green flavor of beverages were measured by 10 selected and trained coffee tasters using a 10 cm unstructured scale. The titratable acidity of green grains varied from 164,59 to 230,06 ml of 0.1N NaOH and the levels of chlorogenic acids from 4,93 to 8,49 g/100 g. With the toasting process, the grains lost from 12.09 to 15.62 % of the mass and had expansion from 43.16 to 75.66 %. The lightness of the toasted grains ranged between 26.91 and 30.45 and the hue between 55,67 and 61,24. The sensorial intensity of acidity in the beverages varied from 4.35 to 7.95, astringency varied from 4.11 to 7.74 and the green flavor varied from 2.61 to 4.58. The beverages were identical for global and aroma quality, with respective values of 6.48 and 6.38, but they had different levels of acidity quality (3.3 to 7.0), flavor quality (5.0 to 7.7) and residual flavor quality (5.0 to 7.3). Through the Principal Component and Cluster Analysis, the samples were divided into five groups of different chemical, physical and sensorial characteristics. There was an inverse correlation between the titratable acidity and chlorogenic acids concentration in green grains and the global, the flavor and the residual flavor quality of the beverages. The green grains containing higher levels of acidity result in beverage of inferior quality.

Keywords: *Coffea arabica* L., Expert taster, flavor, Ripening of the coffee grain.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Acidez sensorial do café em função do tempo de torra | 23 |
| Figura 2 – Ficha utilizada na classificação por categorias e identificação de defeitos das bebidas de café..... | 36 |
| Figura 3 – Ficha para a avaliação dos atributos de qualidade da bebida de café utilizada pela equipe 1 | 41 |
| Figura 4 – Ficha de reconhecimento de odores utilizada na seleção de provador para a equipe 2 | 43 |
| Figura 5 – Ficha de reconhecimento dos gostos básicos utilizada na seleção de provador para a equipe 2..... | 44 |
| Figura 6 – Ficha do teste de ordenação de intensidade de acidez utilizada na seleção de provadores para a equipe 2 | 45 |
| Figura 7 – Ficha do teste de ordenação de intensidade do sabor verde utilizada na seleção de provadores para a equipe 2..... | 45 |
| Figura 8 – Ficha do teste de ordenação de intensidade de adstringência utilizada na seleção de provadores para a equipe 2..... | 46 |
| Figura 9 – Ficha utilizada no treinamento, seleção final dos provadores e na avaliação das amostras pela equipe 2..... | 49 |
| Figura 10 – Dendrograma a partir da intensidade da acidez, adstringência e sabor verde para as 35 amostras..... | 65 |
| Figura 11 – Média da intensidade (0-10) da acidez, adstringência e sabor verde das bebidas de cada grupo de amostra | 65 |
| Figura 12 – Projeções dos atributos (A) e das amostras (B) sobre o plano (CP1 x CP2)..... | 73 |
| Figura 13 – Dendrograma obtido da Análise de Agrupamento..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Classificação de café verde quanto à equivalência de defeitos | 19 |
| Tabela 2 – Classificação do café verde em função do defeito/tipo | 19 |
| Tabela 3 – Classificação oficial de café pela bebida | 20 |
| Tabela 4 – Classificação de café quanto ao grau de moagem | 21 |
| Tabela 5 – Classificação da torra por meio dos discos agron..... | 27 |
| Tabela 6 – Origem das amostras de café | 36 |
| Tabela 7 – Amostras de referências utilizadas para o treinamento da equipe 2 | 47 |
| Tabela 8 – Amostras utilizadas na avaliação do desempenho e seleção final de providores para equipe 2 | 48 |
| Tabela 9 – Níveis de significância ($p_{amostra}$) para provedores em função da discriminação das amostras ($F_{amostra}$) | 52 |
| Tabela 10 – Níveis de significância($p_{repetição}$) para provedores em função da Repetibilidade ($F_{repetição}$) | 52 |
| Tabela 11 – Valores médios da equipe e de cada provedor para intensidade de cada atributo avaliado nas bebidas de café pela equipe 2..... | 53 |
| Tabela 12 – Valores médios de umidade das amostras de café verde, perda de peso e expansão devido à torra | 55 |
| Tabela 13 – Valores médios de luminosidade (L^*) e tonalidade cromática (H^*) das amostras de café torrado | 57 |
| Tabela 14 – Valores médios de acidez titulável e ácidos clorogênicos totais das amostras de café verde..... | 59 |
| Tabela 15 – Valores médios das notas de qualidade dos atributos sensoriais das bebidas das amostras de café determinados pela equipe de provedores profissionais (equipe 1)..... | 62 |
| Tabela 16 – Valores médios das intensidades de acidez, adstringência e sabor verde das bebidas das amostras, determinadas pela equipe sensorial 2*..... | 64 |
| Tabela 17 – Coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas nas amostras de café... | 67 |
| Tabela 18 – Matriz de correlações das variáveis estudadas com as Componentes Principais 1, 2 e 3 | 72 |
| Tabela 19 – Médias das variáveis químicas, físicas e sensoriais dos grupos de amostras de café resultante da Análise de Agrupamento | 75 |
| Tabela 20 – Estimativa dos efeitos da acidez titulável e teores de ácidos clorogênicos dos grãos verdes na qualidade de sabor da bebida..... | 76 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a* – Componente vermelho-verde

ACG – Ácido clorogênico total

ACP – Análise de Componentes Principais

AT – Acidez titulável

b* – Componente amarelo-azul

EXP – Expansão

H* – Tonalidade cromática

I. ACIDEZ – Intensidade da acidez

I. ADSTRI. – Intensidade da adstringência

I. S. VERDE – Intensidade do sabor verde

L* – Luminosidade

Q. SABOR – Qualidade do sabor

Q. S. RES – Qualidade do sabor residual

Q. AROMA – Qualidade do aroma

Q. ACIDEZ – Qualidade da acidez

Q. GLOBAL – Qualidade global da bebida

PP – Perda de peso

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 12 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 3.1 CAFÉ..... | 13 |
| 3.1.1 Grau de Maturação do Grão | 16 |
| 3.2 CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ..... | 18 |
| 3.2.1 Número de Defeitos..... | 18 |
| 3.2.2 Tipo de Bebida | 20 |
| 3.2.3 Grau de Torra | 20 |
| 3.2.4 Grau de moagem..... | 21 |
| 3.3 TORREFAÇÃO E ACIDEZ | 21 |
| 3.4 QUALIDADE DA BEBIDA | 24 |
| 3.4.1 A Qualidade na Produção no Campo | 24 |
| 3.4.2 A Qualidade na Indústria..... | 27 |
| 3.5 ANÁLISE SENSORIAL | 28 |
| 3.5.1 Análise Descritiva | 29 |
| 3.5.2 Teste de Qualidade | 29 |
| 3.5.3 Provadores | 30 |
| 3.5.4 Características Sensoriais da Bebida de Café..... | 32 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 35 |
| 4.1 MATÉRIA PRIMA | 35 |
| 4.2 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS..... | 37 |
| 4.2.1 Umidade | 37 |
| 4.2.2 Acidez Titulável | 37 |
| 4.2.3 Ácidos Clorogênicos | 38 |
| 4.2.4 Expansão do Grão na Torra..... | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5 Análise da cor | 39 |
| 4.2.6 Perda de Peso | 39 |
| 4.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL | 39 |
| 4.3.1 Avaliação da Qualidade | 40 |
| 4.3.2 Avaliação da Intensidade de Atributos | 42 |
| 4.3.2.1 Recrutamento e pre-seleção de provadores | 42 |
| 4.3.2.2 Treinamento e avaliação do desempenho da equipe de análise sensorial | 46 |
| 4.3.2.3 Avaliação das amostras do estudo | 48 |
| 4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA | 49 |
| | |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 51 |
| 5.1 TREINAMENTO E DESEMPENHO DA EQUIPE DO TESTE DE INTENSIDADE DE ATRIBUTOS DAS BEBIDAS DE CAFÉ | 51 |
| 5.2 ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE CAFÉ | 54 |
| 5.2.1 Análises Químicas e Físicas das Amostras de café | 54 |
| 5.2.2 Avaliação Sensorial das Bebidas das Amostras de Café | 60 |
| 5.2.2.1 Avaliação da qualidade das bebidas | 60 |
| 5.2.2.2 Avaliação da intensidade de atributos das bebidas | 63 |
| 5.3 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ESTUDADAS | 66 |
| | |
| CONCLUSÕES | 77 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 78 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café com uma estimativa para a safra 2007/2008 de 32.065.000 de sacas, o que representa aproximadamente 28 % da produção mundial (CONAB, 2007). O café é de grande importância sócio-econômica para o país, tanto em relação ao mercado de trabalho, quanto na formação de empregos diretos e indiretos, na geração de impostos e na fixação da mão-de-obra no meio rural (EMBRAPA - CAFÉ, 2004).

O Brasil deve ser visto não só como um grande produtor, mas também como um grande consumidor de café, pois cerca de 94 % de sua população consome diariamente este produto (ABIC, 2007). Como grande produtor apresenta a característica de produzir cafés dos mais diferentes tipos, que atendem às mais variadas exigências (EMBRAPA - CAFÉ, 2004).

O café é uma bebida estimulante, agradável e reanimadora, que apresenta aroma e sabor característicos, capaz de agradar aos mais variados paladares. Cada tipo de café tem atributos especiais, cuja combinação resulta numa composição balanceada de acidez, doçura, corpo e aroma (EPAMIG, 2000).

Esses atributos de qualidade são desenvolvidos durante a maturação dos frutos de café, permitindo obter bebidas com aroma, acidez, amargor, corpo e bebida global de qualidade superior (PUERTA-QUINTERO, 2000).

Nos cafés torrados foram encontrados alguns ácidos orgânicos que poderiam contribuir para acidez da bebida. Alcazar et al. (2003) encontraram ácidos orgânicos, sendo os principais o ácido cítrico (5,22 mg/g), ácido málico (1,74 mg/g) e ácido acético (1,74 mg/g), em base seca.

A acidez do café torrado é altamente dependente do grau de torra. A bebida de um café ligeiramente torrado (perda de peso médio de 14 %) apresenta uma acidez descrita sensorialmente como fina, bem desenvolvida e facilmente percebida pelo consumidor. As bebidas de café fortemente torrado (perda de peso médio de 18 %) são pouco ácidas ou sem acidez de tal maneira que o gosto amargo sobressai na bebida (YATE ; TUO, 1995).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi determinar a correlação entre teores de ácidos de grãos verdes e a intensidade de acidez e a qualidade sensorial das bebidas de cafés cultivados na região norte do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a acidez de 35 amostras de café verde cultivadas na região norte do Paraná.
- Determinar as intensidades da acidez, adstringência e sabor verde das bebidas das amostras de café por meio de uma equipe sensorial treinada.
- Avaliar a qualidade sensorial das bebidas por meio de uma equipe de provadores especialistas (experts) ou profissionais.
- Correlacionar a acidez titulável e teores de ácidos clorogênicos totais dos grãos verdes com a qualidade das bebidas.
- Correlacionar intensidade da acidez, adstringência e sabor verde com a qualidade das bebidas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CAFÉ

O cafeeiro é uma planta que pertence à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*. A espécie *C. arabica* L. é originária das regiões montanhosas da Abissínia, que compreende hoje a região Sudoeste da Etiópia (THORN, 1998).

Dois espécies são importantes comercialmente, *C. arabica* Linn. e *Coffea canephora* Pierre ex. Froehner. Estas são chamadas comercialmente como café arábica e café robusta respectivamente. No Brasil a espécie da *C. Canephora* é também conhecida como café conillon. Portanto, no Brasil se utiliza os termos conillon e robusta como sinônimos para fins comerciais (THORN, 1998).

As diferenças sensoriais entre as duas espécies são percebidas por especialistas (provedores profissionais) em bebidas de café, que preferem as bebidas do café arábica, por ter acidez agradável, aroma e sabor intenso, além de um bom corpo. Já o café robusta não apresenta o sabor ou aroma de um café fino, mas por incrementar o corpo na bebida é utilizado para elaboração de blends. Essas diferenças sensoriais são refletidas na comercialização, sendo o preço do café arábica mais elevado que do café robusta (CLARKE; MACRAE, 1989).

O café arábica chegou ao Brasil em 1727 com o sargento Francisco de Melo Palheta, sendo as primeiras sementes plantadas no Pará. Posteriormente foi levado para o estado de Rio de Janeiro de onde a cultivar se espalhou para São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Em 1820, o café já era o principal produto de exportação do Brasil e em 1845 o país era responsável por 45 % das exportações mundiais (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

A primeira cultivar de café arábica utilizada no País recebeu o nome de Típica, Arábica, Nacional ou Crioulo. Por mais de um século de expansão da cultura cafeeira, os plantios brasileiros foram formados com progênies daquela primeira introdução, o que implicava em pequena variabilidade genética. Algumas mutações na cultivar Nacional produziram tipos diferentes como a cultivar Amarelo de Botucatu (os frutos maduros são amarelos). Tais cultivares não foram muito plantadas em razão de apresentarem produtividades inferiores à da cultivar nacional, da qual se originaram.

Em 1852, a cultivar Bourbon Vermelho, proveniente da colônia francesa Ilha de Reunião, foi introduzida no país, confirmando as expectativas e superando em produtividade a cultivar nacional e assim, tornou-se importante para a cafeicultura brasileira. Outra introdução ocorreu em 1896 com sementes provenientes da ilha de Sumatra; essa cultivar, denominada Sumatra, não teve a mesma expressão da Bourbon Vermelho, mas sua grande contribuição foi ter originado, por hibridação natural com o Bourbon Vermelho, a cultivar Mundo Novo, selecionada em 1931, e que até hoje é uma das duas cultivares mais plantadas no Brasil.

A mutação genética mais importante em café arábica permitiu a redução do comprimento dos internódios, esta mutação ocorreu na cultivar Bourbon Vermelho, dando origem, por seleção, em 1930, à cultivar Caturra (CARVALHO, 1993).

A diferença da cultivar Mundo Novo resultante de um cruzamento natural, a cultivar Catuaí foi originada do cruzamento artificial do cafeeiro Caturra Amarelo- C476-11 com o Mundo Novo CP374-19, realizado no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1949, visando a associar as características de rusticidade e vigor do Mundo Novo ao porte baixo e à boa capacidade produtiva do Caturra. A cultivar Iapar 59 foi originado do híbrido CIFIC H361, resultante do cruzamento Villa Sarchi, de porte baixo como o Caturra, com Híbrido de Timor (*C.canephora*) realizado no Centro de Investigação da Ferrugens do Cafeeiro, em Portugal. Essa cultivar apresenta resistência à ferrugem e menor altura quando comparada às linhagens de Catuaí (IAPAR, 1993).

Resultado dessas mutações, cruzamentos naturais e artificiais são as diversas cultivares encontradas no Paraná, as quais produzem frutos que após beneficiamento resultarão nos grãos de café verde utilizados na indústria.

Na Normativa nº 8 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) o Café Beneficiado Grão Crú é definido como o endosperma do fruto de diversas espécies do gênero *Coffea*, principalmente *C. arabica* e *C. canephora* (cultivares robusta ou conillon). Para fins desse trabalho será considerado o termo de “grão verde” para referir-se ao Café Beneficiado Grão Crú, utilizando assim menos termos na redação embora alguns autores utilizam o mesmo termo para se referir ao café colhido imaturo.

Os principais componentes do grão de café verde mencionados por Clarke e Macrae (1989) são a água, carboidratos, lipídeos, compostos nitrogenados, minerais e ácidos.

A água representa em média 10 a 13 % do grão verde. O teor de umidade dos grãos está diretamente relacionado com o tempo, forma e local de armazenamento.

Teores elevados de umidade favorecem maior desenvolvimento de microrganismos e mudanças da cor. O teor de umidade máximo recomendado para o armazenamento é de 12,5 % (BRASIL, 2003).

Os carboidratos estão presentes no grão na forma de polissacarídeos (40 -50 %, em base seca) e como açúcares de baixo peso molecular (8,2 - 8,3 %, em base seca) que incluem tri, di e monossacarídeos redutores e não redutores. Alguns carboidratos derivados de substâncias como a pectina também estão presentes. Entre os açúcares de baixo peso molecular a sacarose está em maior concentração, na faixa de 5 a 8 % (base seca) (CLARKE; MACRAE, 1989).

Os lipídeos do café verde representam cerca de 15 % do grão (base seca) e situam-se principalmente no endosperma. Além de triacilgliceróis, estão presentes ésteres de diterpenos, ésteres de esteróis, ésteres de ácidos graxos e esteróis (CLARKE; MACRAE, 1989).

O conteúdo médio de minerais no café verde é de 4 % (base seca), sendo o potássio o principal constituinte (40 % do total de minerais). Outros minerais também presentes são o cálcio e magnésio, além de traços de elementos não metálicos como o fósforo (CLARKE; MACRAE, 1989).

Os principais componentes nitrogenados no café verde são a cafeína, trigonelina, ácido nicotínico, aminoácidos e proteínas. A cafeína é um alcalóide farmacologicamente ativo, pertencente ao grupo das xantinas, o teor de cafeína no café arábica verde é, em média, 1,2 % (base seca) (CLARKE; MACRAE, 1989).

A trigonelina é uma N-metil betaína que pode ser subdividida em dois grupos, o primeiro grupo resistente à temperatura de torra e o segundo grupo sensível ao processo de torra dando origem a componentes voláteis de impacto sensorial, esta degradação é função do tempo e temperatura. O nível de trigonelina nos grãos verdes do café arábica representa, em média, 1,0 % (base seca). O ácido nicotínico é encontrado no grão verde em baixas quantidades e representa, em média, 3 % (base seca), durante o processo de torra esse conteúdo aumenta como resultado da desmetoxilação da trigonelina (CLARKE; MACRAE, 1989).

As proteínas no café verde encontram-se livres no citoplasma das células dos tecidos ou ligadas a polissacarídeos nas paredes celulares. O conteúdo médio de proteína no café arábica é de 9,2 % em base seca. Durante o processo de torra elas sofrem desnaturação ou reagem com compostos fenólicos e açúcares (reação de Maillard), formando compostos aromáticos (CLARKE; MACRAE, 1989).

Os aminoácidos livres representam um grupo muito importante de compostos relacionados ao aroma, pois participam de diversas reações químicas que caracterizam o aroma agradável de cafés de alta qualidade. Nos grãos verdes, o conteúdo desses compostos é de aproximadamente 0,20 % em base seca (CLARKE; MACRAE, 1989).

Entre os ácidos presentes no café verde têm-se os ácidos clorogênicos que são um conjunto de cinco grupos principais de compostos fenólicos e seus isômeros, formados principalmente, pela esterificação do ácido quínico com um dos seguintes ácidos derivados do ácido cinâmico: o ácido cafeico, o ácido ferulico, ou o p-cumárico. Esses grupos são os ácidos cafeoilquínicos, com três isômeros principais (3,4,5); os ácidos dicafeoilquínicos, cujos isômeros principais são 3,4; 3,5; 4,5; ácidos feruloilquínicos (3,4,5), ácidos p-cumaroilquínicos, e os ácidos cafeoilferuloilquínicos. Estes ácidos encontram-se numa concentração média no grão verde de 6,5 % em base seca (COSTA; TRUGO, 2005).

Outros ácidos orgânicos também foram encontrados por Alcazar et al. (2003) no café verde. Os autores analisaram diferentes amostras de café arábica, e observaram a predominância do ácido cítrico (8,5 mg/g - base seca), seguido do ácido málico (4,14 mg/g - base seca), ascórbico (3,37 mg/g - base seca) e acético (0,58 mg/g-base seca), além dos íons Cl^- (0,31 mg/g - base seca) e H_2PO_4^- (1,54 mg/g - base seca).

Franca et al. (2004), comparando a composição química (umidade, proteínas, lipídeos, açúcares e minerais) de cafés verdes com a qualidade das bebidas, observaram variações nos conteúdos de cada componente nas diferentes categorias de qualidade das bebidas (mole, dura, riada e rio), indicando que a composição do grão verde é importante na qualidade da bebida. Franca et al. (2004), encontraram resultados semelhantes aos observados por Clarke e Macrae (1989) com excessão da proteína e lipídeos fato que pode ser explicado pela diferença na origem do café, diferentes formas de cultivo, tratos culturais, tipos de colheita, preparos e beneficiamento.

3.1.1 Grau de Maturação do Grão

O processo de maturação do café inicia-se com o aumento da atividade respiratória e síntese de etileno, metabolismo de açúcares e ácidos, degradação da clorofila, síntese de pigmentos responsáveis pela mudança de coloração da casca (que passa de verde à coloração vermelho-cereja ou amarela), decréscimo da adstringência e síntese de compostos

voláteis (aldeídos, ésteres, cetonas e álcoois) que caracterizam o aroma do fruto maduro. Após o amadurecimento da casca e polpa se os frutos não forem colhidos vão secar na árvore e se transformar no café conhecido como “passa” e depois como seco “bóia”.

O café, por apresentar mais de uma florada anualmente, permite encontrar em uma mesma planta frutos em diferentes fases de maturação, portanto recomenda-se iniciar a colheita quando a porcentagem de grãos imaturos (de coloração verde) for menor a 5 % (PIMENTA, 2003).

Com a finalidade de conhecer o que acontece nos componentes químicos durante o período de amadurecimento visual, Pimenta (2003) estudou as variações nos ácidos clorogênicos, compostos fenólicos e acidez titulável, durante sete épocas de maturação (15 dias de intervalo entre cada época). Observou que os ácidos clorogênicos diminuíram progressivamente durante as sete épocas estudadas (5,97; 5,90; 5,75; 5,53; 5,41; 5,36; e 4,43 %), os compostos fenólicos totais diminuíram ligeiramente durante as três primeiras etapas (7,85; 7,80 e 7,37 %), aumentando na quarta etapa (7,54 %) para cair de novo e progressivamente até o final da maturação (6,86 %). A acidez titulável foi idêntica nas duas primeiras etapas de maturação (250 mL de NaOH/100 g), diminuído na terceira (233,33 mL de NaOH/100 g), na quarta (208,33 mL de NaOH/100 g) e na quinta (200,00 mL de NaOH/100 g) e então mantendo-se até o final da maturação.

Rogers et al. (1999) estudaram mudanças no conteúdo dos açúcares e ácidos carboxílicos durante o desenvolvimento do grão, a partir da 12^a semana após a floração até a 32^a semana. Verificou que no início do desenvolvimento do grão, 10 % do peso seco do grão correspondia à glicose, conteúdo que diminuiu gradativamente até 0,03 % na 32^a semana, de forma similar, a frutose diminuiu de 2 % para 0,04 %. Já a sacarose que inicialmente representava 5 % do peso seco, diminuiu para 2 % na 18^a semana e aumentou gradativamente até alcançar 6 % na 32^a semana do estudo.

Em relação aos teores de ácidos, Rogers et al. (1999) verificaram que as concentrações iniciais de ácido cítrico, acético, málico, oxálico e fórmico se encontravam na faixa de 0,04 % a 0,19 % do peso seco do grão. Essas concentrações variaram durante o processo de maturação. O ácido acético aumentou até 1 % na 19^a semana, e diminuiu para 0,5 % na 24^a semana. Os ácidos fórmico, málico e oxálico não ultrapassaram 0,5 % até a 32^a semana, enquanto o ácido cítrico se elevou para 1,5 % na 32^a semana.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ

O café pode ser classificado de diferentes formas de acordo com o número de defeitos, tipo da bebida, grau de torra e grau de moagem.

3.2.1 Número de Defeitos

O café verde pode ser classificado pelo número de defeitos que dependendo da quantidade na amostra terá uma equivalência (Tabela 1). Esta equivalência fornece o tipo para o café verde (Tabela 2). As definições para os defeitos de acordo com a Normativa N°8 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) são:

- a) grão preto: é o grão ou pedaço de grão de coloração preta opaca;
- b) grão ardido: é o grão ou pedaço de grão de coloração marrom em diversos tons;
- c) marinheiros: são grãos que não foram beneficiados;
- d) concha: é o grão em forma de concha, resultante da separação de grãos imbrincados oriundos da fecundação de dois óvulos em uma única loja do ovário;
- e) coco: é o grão que não teve a casca retirada no beneficiamento;
- f) grão mal granado: corresponde a uma conformação incompleta, apresentando-se com pouca massa e, às vezes, com a superfície enrugada;
- g) grão brocado: é o grão danificado pela broca do café, apresentando um ou mais orifícios que pode estar limpo ou sujo.

Tabela 1 – Classificação de café verde quanto à equivalência de defeitos

| Defeitos | Quantidade | Equivalência |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| Grãos pretos | 1 | 1 |
| Grãos ardidos | 2 | 1 |
| Conchas | 3 | 1 |
| Grãos verdes (imatuross) | 5 | 1 |
| Grãos quebrados | 5 | 1 |
| Grãos brocados | 2 a 5 | 1 |
| Grãos mal granados ou chochos | 5 | 1 |
| Coco | 1 | 1 |
| Marinheiros | 2 | 1 |
| Pau, Pedra, Torção grande | 1 | 5 |
| Pau, pedra, torção regular | 1 | 2 |
| Pau, pedra, torção pequeno | 1 | 1 |
| Casca grande | 1 | 1 |
| Casca pequena | 2 a 3 | 1 |

Fonte: BRASIL (2003).

Tabela 2 – Classificação do café verde em função do defeito / tipo

| Nº de Defeitos | Tipo de café |
|-----------------------|---------------------|
| 4 | 2 |
| 11 | 2-3 |
| 12 | 3 |
| 25 | 3-4 |
| 26 | 4 |
| 44 | 4-5 |
| 46 | 5 |
| 79 | 5-6 |
| 86 | 6 |
| 153 | 6-7 |
| 160 | 7 |
| 340 | 7-8 |
| 360 | 8 |
| >360 | Fora de tipo |

Fonte: BRASIL (2003).

3.2.2 Tipo de Bebida

De acordo com a Classificação Oficial de Café, descrita na Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasil (2003), a bebida de café pode ter até sete categorias de bebidas diferentes variando de estritamente mole ao rio zona, de acordo com as características que apresenta a bebida. Esta é uma escala nominal sem relação quantitativa entre cada categoria (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação oficial de café pela bebida

| Classificação | Características |
|---------------------------------|--|
| Estritamente mole (bebida fina) | Bebida que apresenta todos os requisitos e aroma do sabor mole, porém mais acentuado. |
| Mole (bebida fina) | Bebida que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado. |
| Apenas mole (bebida fina) | Bebida com sabor levemente suave e doce, porém sem adstringência ou aspereza de paladar. |
| Dura (bebida fina) | Bebida de sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos. |
| Riada (bebida fenicada) | Bebida com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico. |
| Rio (bebida fenicada) | Bebida que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio. |
| Rio Zona (bebida fenicada) | Apresenta aroma e sabor assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar. |

Fonte: BRASIL (2003).

3.2.3 Grau de Torra

Para classificar os graus de torra a Associação Brasileira da Indústria de Café, ABIC (2007) recomenda a seguinte relação entre o ponto de torra e o número do disco agtron:

- torra clara - disco agtron nº 65
- torra média - disco agtron nº 55
- torra escura - disco agtron nº 45.

Esses discos são parte do conjunto criado pela Specialty Coffee Association of America -SCAA.

3.2.4 Grau de Moagem

Para diferenciar os tipos de moagens recomenda-se o uso da porcentagem de retenção em peneiras granulométricas nº 12 (1,70 mm), nº 16 (1,18 mm), nº 20 (0,84 mm), nº 30 (0,59 mm) e fundo (Tabela 4), utilizando o equipamento Granutest com agitação por 10 minutos e reostato na posição 5 (ABIC, 2007).

Tabela 4 – Classificação de café quanto ao grau de moagem

| Tipo de moagem | Porcentagem de retenção |
|-----------------------|---|
| Moagem grossa | 33 % de retenção nas peneiras nº 12 e 16 55 % de retenção nas peneiras nº 20 e 30 12 % no fundo |
| Moagem média grossa | Valores intermediários |
| Moagem média | 7 % de retenção nas peneiras nº 12 e 16 73 % de retenção nas peneiras nº 20 e 30 20 % no fundo |
| Moagem média-fina | Valores intermediários |
| Moagem fina | 0 % de retenção nas peneiras nº 12 e 16 70 % de retenção nas peneiras nº 20 e 30 30 % no fundo |

Fonte: ABIC (2007).

3.3 TORREFAÇÃO E ACIDEZ

De acordo com Yeretziyam et al. (2002), o sabor do café recém preparado é a expressão final e o resultado perceptível de uma longa cadeia de transformações que une a semente à bebida. O grão verde não revela o que poderá tornar-se depois de torrado e tampouco mostra as características de aroma e sabor da xícara de café. Para revelar seu sabor o grão de café deve ser torrado.

Segundo Rodrigues et al. (2003), a torra do café pode ser grosseiramente dividida em 3 fases: a fase de secagem, fase de torra e fase de resfriamento

O primeiro estágio é caracterizado por uma pequena liberação de água e substâncias voláteis, além da mudança da cor, de verde para amarelo. Nesta etapa, a perda de água é menor e se inicia a expansão do grão (RODRIGUES et al., 2003).

Durante o segundo estágio ocorre incremento da perda de peso devido às reações de pirrólises e liberação de grandes quantidades de CO₂, água e substâncias voláteis, desenvolvendo-se a reação de Maillard que torna a cor do grão mais escuro (RODRIGUES et al., 2003).

Por meio da pirrólises ocorre o desenvolvimento de sabor do café. Na pirrólise ocorrem, simultaneamente, degradações e sínteses de compostos. Ginz et al. (2000) mencionam a degradação dos açúcares presentes no grão verde, principalmente a sacarose, formando ácidos alifáticos, tais como o ácido fórmico, ácido acético, ácido glicólico e ácido láctico.

Durante a segunda etapa do processo de torra, Ginz et al. (2000) observou que o ácido cítrico, o ácido málico, os ácidos clorogênicos e o ácido quínico presentes no café verde sofreram variações quantitativas, sendo que os ácidos cítrico, málico e clorogênicos diminuíram enquanto que o ácido quínico aumentou devido à degradação dos ácidos clorogênicos.

Por outro lado, Ky et al. (2001) indicaram a trigonelina como contribuidora para a formação do aroma por meio de produtos de degradação tais como as piridinas e o N-metilpirrol. Outros produtos da pirrólise são o furfural, açúcares caramelizados, aldeídos, cetonas, ésteres, ácidos graxos, aminas, CO₂, sulfetos, etc. Todos esses constituintes contribuem para o desenvolvimento total do sabor do café (YERETZIAN et al. 2002).

Essas reações ocorrem em intervalos de tempo muito curtos e devem ser paralisadas abruptamente no ponto de torração desejado por meio do resfriamento, último passo do processo de torra (PIMENTA, 2003).

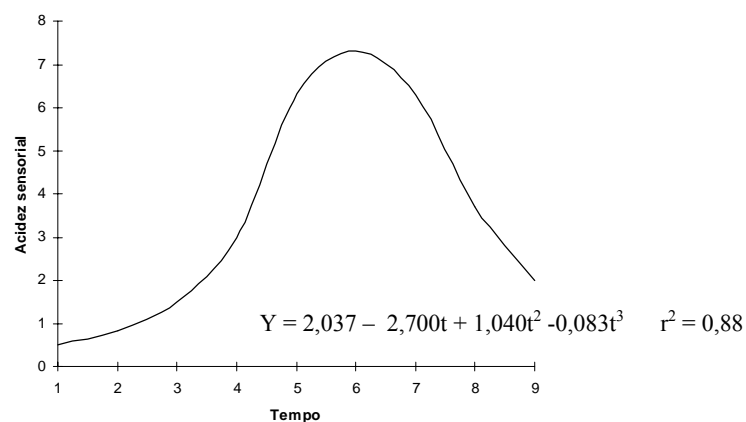
Balzer (2001) reportou concentrações de ácido cítrico, málico, láctico, pirúvico e acético de 8,7; 3,9; 0,8; 1,7 e 1,1 g/kg em base seca respectivamente, para uma torra clara (perda de peso de 11,6 %). Já no ponto de torra média (perda de peso 13,80 %), a concentração dos mesmos ácidos foram: 6,8; 2,7; 3,2; 1,4 e 2,7 g/kg respectivamente e na torra escura (perda de peso 17,75 %) atingiram 5,5; 2,4; 1,0; 1,4 e 2,2 g/kg respectivamente.

Apesar desses ácidos diminuírem durante o processo de torra, ainda podem ser encontrados outros ácidos orgânicos na bebida de café. Galli e Barbas (2004) encontraram

17 ácidos orgânicos em bebidas de café de marcas comerciais, sendo que o ácido fórmico, ácido málico, ácido cítrico, ácido acético, ácido quínico e ácido oxálico encontraram-se em maior concentração (2,7; 2,2; 10,1; 7,3; 9,4; 0,256 mg/g respectivamente).

Durante a torra também são perdidos outros ácidos orgânicos como os ácidos clorogênicos. Leloup et al. (1995) estudando o mecanismo de degradação dos ácidos verificou que os ácidos clorogênicos desaparecem, e que os comportamentos são diferentes entre os isômeros, assim o ácido 5 cafeolquínico (5 CQA) e o ácido dicafeolquínico (diCQA) diminuem mais rapidamente quando comparado com o 4 CQA e o 3 CQA que inicialmente incrementam e em seguida diminuem.

Em relação à variação da acidez sensorial na bebida de café, Yate e Tuo (1995) encontraram uma equação matemática que descreve o comportamento da acidez sensorial em função do ponto de torra. Observaram um aumento da acidez sensorial até um determinado ponto de torra, a partir do qual a acidez diminui progressivamente conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: Yate e Tuo (1995)

Figura 1 – Acidez sensorial do café em função do tempo de torra

Estudando a aplicação de escalas de intensidade para a avaliação da acidez da bebida de café, Aino e Motoyoshi (2001) observaram que a acidez sensorial aumenta e diminui durante o processo de torra, descrevendo uma curva semelhante à encontrada por Yate e Tuo (1995).

3.4 QUALIDADE DA BEBIDA

A qualidade da bebida de café refere-se ao prazer que a infusão oferece ao consumidor, sendo um termo subjetivo, pois se de um lado existem inúmeras formas de manejo e preparo para se chegar a um produto final, de outro existe uma população heterogênea, de diversas origens, regiões, estilos de vida e diferentes valores (MORI, 2001).

No mercado internacional existe grande oferta do produto e dessa forma faz o setor profissionalizar-se, e produzir com mais eficácia e qualidade. Assim, cafés de melhor qualidade passam a ter preços mais atraentes também no mercado nacional. A distinção entre os produtos é feita por características de pureza, sabor e corpo, demandando matérias primas diferenciadas. A dimensão territorial do Brasil e a diversidade nas condições de solo e clima, além da tecnologia, resultam numa diversidade de tipos de cafés que pode ser melhor aproveitada na produção de blends demandados pelos diferentes mercados (EMBRAPA-CAFE, 2004).

Blend é a denominação dada para as misturas de dois ou mais tipos de cafés que podem ser entre cultivares de arábica de diferentes regiões ou entre as cultivares de arábica e *C. Canephora*, pode - se dizer que Brasil não tem um café, mas vários cafés. E cada um com atributos especiais. A arte de fazer um blend é a combinação de cafés com características complementares, como por exemplo, acidez com doçura, muito encorpado com pouco encorpado, de tal forma que a mistura produza uma bebida específica com características para determinado tipo de consumidor. Cada indústria de café possui seu próprio blend. É essa mistura que fornece a característica de aroma e sabor ao produto de cada indústria. O blend é o grande segredo industrial, já que os consumidores são fiéis ao sabor de determinada marca. Embora a prova final seja feita pelo paladar do consumidor, a preocupação com a qualidade do café começa no campo(EMBRAPA-CAFÉ, 2004)..

3.4.1 A Qualidade na Produção no Campo

O primeiro fator que deve ser considerado na definição da qualidade do café é a sua espécie, já que existem diferenças entre as espécies *C. arabica* e *C. Canephora*, que são as duas espécies mais cultivadas em todo o mundo. O arábica é café mais fino, que

resulta em bebida de qualidade superior, no aroma e sabor da bebida em comparação com o café robusta (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

Outro fator determinante da qualidade do café é o ambiente onde ele é cultivado, já que a diversidade climática proporciona variações quanto à acidez, corpo, doçura e aroma do café. O Brasil possui uma diversidade muito grande em decorrência da sua imensa variedade de solos e climas associados aos diferentes sistemas de manejo da lavoura e do fruto colhido (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

Na produção cafeeira, os cuidados iniciam-se com a escolha do local do plantio (altitude, tipo de solo, vertente de insolação), o espaçamento entre as plantas, os cuidados com adubações, o controle de doenças e pragas. Tudo isso para se obter plantas saudáveis e bem nutridas, e frutos bem constituídos e de maturação completa. Finalizando o processo, vêm a decisiva fase da colheita, todos os cuidados são necessários para que não se perca o que foi conquistado durante o cultivo (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

Na colheita, os frutos devem estar em seu ponto máximo de maturação (no ponto de cereja) e serem colhidos sem que entrem em contato com a terra, para que não se contaminem com microrganismos. Após a colheita os frutos devem passar pela pré-limpeza, retirando as impurezas vindas do campo (folhas, torrões e paus) e lavados o mais rápido possível, para retirar poeira e separar aqueles frutos com diferentes fases de maturação (cereja, imaturo ou seco) (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

Neste ponto pode-se diferenciar duas formas de preparo dos grãos de café, por via seca e por via úmida.

Preparo do café por via seca

O café que passou ou não pelo lavador deve ser espalhado imediatamente para secar. Dessa forma, não se deve deixá-lo amontado na carreta ou em sacos na lavoura ou no terreiro, pois ocorrerão processos fermentativos com conseqüentes danos à qualidade dos grãos. Se essa operação não puder ser realizada, pelo menos se deve repicá-lo em pequenas porções descobertas até a manhã do outro dia. A rapidez na operação de secagem é importante porque a deterioração é função da umidade dos frutos, temperatura, umidade relativa do ar e do tempo em que o café permanece úmido (PIMENTA, 2003).

No caso de não haver lavador, o café de pano (café colhido em um pano) deverá ser encaminhado diretamente para secagem em terreiro, havendo secador, esses frutos deverão sofrer uma pré-secagem no terreiro antes de ser levado para o secador (PIMENTA, 2003).

Se houver lavador, a primeira operação é a lavagem e separação do café; esse processo permite a separação do café em duas frações com características diferentes, como o café-bóia, que já perdeu umidade na árvore e tem menor densidade, e os cafés cereja (maduro) e verde (imaturo), que são mais pesados, devendo também ser separados das impurezas. Nesse caso, a secagem desses lotes separadamente acelera o processo e permite a obtenção de produtos mais uniformes e de melhor aspecto, além de evitar sujeiras no terreiro, bem como desgaste de equipamentos de secagem e beneficiamento (PIMENTA, 2003).

Após a passagem pelo lavador, o café-bóia deverá ser encaminhado para secagem em terreiro ou ir direto ao secador, e o café cereja e verde poderão sofrer secagem direta em terreiro ou passar por uma pré-secagem no terreiro e em seguida serem levados ao secador (PIMENTA, 2003).

Preparo do café por via úmida

O preparo por via úmida fornece cafés cereja descascados/lavados e despulpados. Esse tipo de café geralmente alcança boas cotações no mercado por resultar, de maneira geral, em bebida suave. O Brasil, embora seja conhecido como produtor de café obtido por via seca, apresenta regiões com boas condições para produção de cafés descascado e despulpados, principalmente nas regiões montanhosas, onde predomina o trabalho familiar e abundância de água (PIMENTA, 2003).

O despulpamento do café consiste na retirada da casca do fruto maduro por meio de um descascador mecânico e posterior fermentação da mucilagem e lavagem dos grãos. Esse processo traz como vantagem diminuição considerável do espaço no terreiro e do tempo necessário para secagem, trazendo até 60 % de economia em espaço no terreiro, tulha, secador e silos (PIMENTA, 2003).

Durante o despulpamento, retira-se a mucilagem por meio de fermentação natural, que consiste na solubilização e digestão do produto por microrganismos presentes no ambiente. O tempo ideal de fermentação é muito variável e depende da temperatura ambiente, tipo e grau de higienização dos tanques, estágio de maturação dos frutos, qualidade da água e tempo transcorrido entre a colheita e o início da operação de despulpamento. De modo geral varia, entre 15 a 20 horas podendo diminuir com adição de enzimas digestivas especiais, reduzindo, por até 7 horas (PIMENTA, 2003).

Diferente do café despulpado, o café cereja descascado não é submetido à fermentação, somente é retirada a casca utilizando uma máquina descascadora, para logo ser

lavado e secado em terreiro e/ou secador, resultando numa bebida fina, encorpado e de sabor natural bebida (PIMENTA, 2003).

3.4.2 A Qualidade na Indústria

A torra é fundamental para a definição do tipo de bebida. O ponto de torra, que vai do mais claro ao escuro, é responsável pelo desenvolvimento do aroma e sabor da bebida. O ponto de torra ideal, que revela todo o sabor e aroma, é aquele que resulta na cor de chocolate (EMBRAPA-CAFÉ, 2004).

Para determinar os pontos de torra pode-se utilizar os discos agrtron que são recomendados pela Specialty Coffee Association of America-SCAA. Isto não é realmente uma escala, mas sim um conjunto de oito discos com as cores de cafés torrados em diferentes graus e que podem ser visualmente ou instrumentalmente comparados. Esses discos coloridos variam desde o ponto de torra muito claro até o ponto de torra muito escuro (Tabela 5) (ABIC, 2007).

A utilização dos discos agrtron para medir a cor dos grãos torrados é um método subjetivo e necessita de técnicos com muita prática. Atualmente a indústria utiliza além do disco Agrtron, equipamentos rápidos e mais exatos, como os colorímetros ou espectrofotocolorímetros (ABIC, 2007).

Tabela 5 – Classificação da torra por meio dos discos agrtron

| Classificação da torra | Número da Cor do Disco |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Muito clara | 95 |
| Clara | 85 |
| Moderadamente clara | 75 |
| Media clara | 65 |
| Media | 55 |
| Moderadamente escura | 45 |
| Escura | 35 |
| Muito escura | 25 |

Fonte: ABIC, 2007

Os primeiros equipamentos para medir cor surgiram com a necessidade de definir melhor a intensidade das cores de corantes, foi assim que S. Hunter e E. Q. Adams aplicaram a teoria de cores opostas envolvida no mecanismo de percepção da cor pelo olho humano e idealizaram o que hoje se conhece como escala Hunter L, a, b da cor. Nessa escala, L mede a luminosidade que varia de 0 (preto puro) a 100 (branco puro), expressada no eixo vertical. Nos eixos horizontais têm-se os valores de a e b, que representam os níveis de tonalidade e saturação, com +a (indicando vermelho), -a (indicando verde), +b (indicando amarelo) e -b (indicando azul) (COLORWARE, 2007).

Em 1976 a Comissão International d'Eclerage (CIE) adotou o espaço Hunter conservando as características gerais e convertendo-o no espaço $L^* a^* b^*$ depois de desenvolver uma relação matemática que permite essa conversão, onde L^* é eixo da luminosidade; a saturação ou croma é calculado como $\sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$, que é o comprimento do raio de a^* até b^* e o Hue (tonalidade cromática) é o ângulo resultante do arctan de (b^*/a^*) . Além dessas conversões o CIE determinou tipos de padrões usados como iluminantes e um observador padrão para dar uma linha de base que define a cor (COLORWARE, 2007).

3.5 ANÁLISE SENSORIAL

A norma da NBR 12806 da ABNT (1993) define a análise sensorial como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e matérias como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Na análise sensorial os métodos de avaliação se classificam em:

- a) métodos afetivos: expressam opinião pessoal do julgador ou provador, tais como nos testes de aceitação (teste de escala hedônica que avalia o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto) e preferência (teste de ordenação de preferência que avalia a preferência do consumidor de um produto em relação a outro);
- b) métodos discriminativos: estabelecem diferenciação qualitativa e ou quantitativa entre amostras e incluem os testes de comparação pareada, triangular, duo-trio, comparação múltipla, ordenação;
- c) métodos descritivos: descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras. Neste grupo estão os métodos de perfil de sabor, perfil de textura, ADQ (análise descritiva quantitativa), tempo intensidade e a avaliação de atributos por meio de escalas.

3.5.1 Análise Descritiva

Na análise descritiva, o provador ou julgador discrimina e descreve qualitativamente e quantitativamente atributos sensoriais presentes no alimento. No treinamento é preciso utilizar amostras padrões de intensidade para cada atributo sensorial. Portanto, os provadores devem ser treinados a usarem escalas de forma consistente com relação à equipe sensorial, com relação às amostras e durante todo o período de avaliação (MEILGAARD et al., 1999).

A intensidade ou aspecto quantitativo da análise descritiva expressa o grau no qual cada atributo está presente, sendo expresso como um valor numa escala de medida (MEILGAARD et al., 1999).

Entre as vantagens têm-se o conhecimento da intensidade da sensação e a direção das diferenças entre as amostras. Através das escalas é possível descobrir o quanto as amostras diferem entre si, e qual a amostra que apresenta maior intensidade do atributo sensorial que está sendo medido. Entre as desvantagens têm-se a necessidade do maior treinamento e habilidade do provador (DUTCOSKY, 1996).

A escala mais utilizada na análise descritiva é a não estruturada que consiste numa linha inteira ancorada nos extremos, por termos que indicam a intensidade do atributo. O provador marca um traço no ponto da escala que melhor represente a intensidade de sua sensação, os dados são obtidos medindo-se a distância, em cm, marcada na linha a partir do extremo esquerdo da escala. A escala estruturada com intervalos categorizados com números ou adjetivos também pode ser utilizada (STONE; SIDEL, 1993).

3.5.2 Teste de Qualidade

Esse teste envolve a medida da qualidade global ou a classificação dos atributos de qualidade estabelecidos para um produto determinado. As especificações dos atributos estudados são estabelecidas em função de suas características próprias e determinadas para cada ponto da escala (MUÑOZ et al., 1992).

Este teste é utilizado em análises onde os avaliadores conhecem bem as características do produto avaliado e tem desenvolvido o critério de qualidade do produto em

função dessas características. Esse tipo de teste não é recomendado quando o critério de qualidade não está bem entendido pela equipe de avaliação já que pode-se medir a preferência pessoal de cada participante e não a qualidade do atributo (MUÑOZ et al., 1992).

Para esse teste os provadores devem ser treinados com amostras de referência dos padrões ou níveis de qualidade, podendo ser difícil encontrar essas amostras. Além disso, essas amostras podem ser escolhidas em função dos consumidores do mercado externo e dessa forma não refletir a qualidade para o consumidor nacional (AZEVEDO; DAMASIO, 1994). Na avaliação da bebida de café se realiza o teste de qualidade conhecido como a prova da xícara, onde a bebida é classificada utilizando uma escala nominal de 7 categorias mencionada no item 3.2.2.

3.5.3 Provadores

A International Standards Organization (ISO 1993, 1994), mencionado por Scriven (2005) define 3 tipos de provadores: provadores não treinados, treinados e especialistas (experts). As definições são:

- a) provadores não treinados são pessoas sem conhecimento de testes sensoriais. Nesse grupo pode-se considerar os consumidores e que podem realizar testes afetivos. É recomendável a participação de uma equipe com 30 a 100 pessoas e as avaliações não são uniformes;
- b) provadores treinados são aqueles que conhecem testes sensoriais, podendo diferenciar e medir as intensidade ou qualidade de determinados atributos sensoriais, os dados são reprodutíveis, o tamanho da equipe utilizada nesses testes varia de 8 a 15 provadores, as respostas da equipe apresentam uniformidade;
- c) provadores especialistas (experts) são aqueles que foram treinados durante muito tempo para realizar avaliação sensorial de um determinado produto. Atuam sozinhos ou em equipe de no máximo 2 a 3 pessoas, podendo detectar e medir intensidade de sabores e odores ou avaliar qualidade.

Para avaliar a intensidade e a qualidade dos atributos característicos das bebidas de café podem ser utilizadas escalas estruturadas, não estruturadas e misturas dessas escalas. Para essas avaliações pode-se utilizar provadores profissionais (experts) ou equipes de provadores treinados.

Para a comercialização do café verde, emprega-se provadores especialistas na avaliação da qualidade da bebida de café, os quais são formados por meio de experiência adquirida durante longos períodos (anos) de treinamento. (FERIA-MORALES, 2002).

A formação dos especialistas em bebidas de café inclui cursos de prova da xícara (classificação da bebida) e classificação dos grãos verdes, cursos de preparação de bebidas com café, cursos complementares em lavoura de café, tipos de café requeridos pelo mercado interno e externo, preços e estimativa de safras entre outros.

No trabalho diário esses provadores podem experimentar até mais de 200 amostras, cujas bebidas são classificadas em diferentes categorias. Considerando que os provadores especialistas em bebidas de café contam com uma formação teórica e prática e trabalham realizando a prova da xícara, no presente trabalho será usado o termo Provadores Profissionais para se referir aos participantes das análises sensoriais de qualidade.

A prova da xícara é um teste de qualidade que permite determinar a categoria (rio zona, rio, riado, dura, apenas mole, mole, estritamente mole) da bebida de café. O café torrado no ponto de torra clara, moído no ponto médio (70 % das partículas tem tamanho maior de 0,6 mm) é colocado numa xícara na proporção de 10 g de amostra para 100 mL de água filtrada quente. Os primeiros vapores saídos da xícara são avaliados pelo provador profissional, e quando a temperatura da bebida chega a 60°C realiza-se a degustação, tomando o cuidado de limpar a colher de prova com água quente entre as avaliações de cada amostra. Neste momento realiza-se uma forte sucção, para que o líquido penetre na boca, na forma de “spray” (mistura com ar), atingindo toda a cavidade bucal, ativando o sentido do paladar e devolvendo a quantidade sorvida à cuspideira (BRASIL, 2000).

A SCAA, no questionário da prova para avaliar qualidade da bebida, utiliza escalas estruturadas tanto para quantificar os defeitos na bebida, acidez e corpo, como para determinar as preferências dos atributos frangância, aroma, sabor e sabor residual, utilizando a mesma equipe de provadores, o que não é recomendável, pois as equipes devem ser diferentes e apropriados para cada tipo de teste, sendo que para testes de preferência os provadores não devem ser treinados e a equipe deve ser composta por número elevado de indivíduos, conforme já mencionado no item 3.5.3. Neste questionário observa-se que o tamanho da escala para medir os defeitos da bebida é de 3 pontos, enquanto que para acidez e o corpo é de 11 pontos. Esse modelo de ficha é utilizado nos concursos promovidos pela Associação Brasileira de Cafés Especiais em diferentes estados brasileiros.

No trabalho de monitoramento da qualidade do café torrado Mori (2000) utilizou uma escala não estruturada de 10 cm ancorada a 1 cm dos extremos, para avaliar as intensidades dos seguintes atributos da bebida do café: acidez, amargor, corpo e no mesmo tipo de escala avaliou preferência dos atributos: aroma, defeitos da bebida, sabor, sabor residual e qualidade global. Utilizando também uma única equipe composta por provadores treinados. Esse fato pode causar confusão no provador pois num momento ele avalia as intensidades dos atributos de forma objetiva como provador treinado e logo na mesma ficha já avalia sua preferência como provador não treinado. Seria melhor utilizar fichas e sessões diferentes quando se avaliam preferências e intensidades de atributos sensoriais das bebidas de café (MEILGAARD et al., 1999).

Para estudar a influência do processamento na qualidade da bebida Puerta-Quintero (1999), desenvolveu uma escala estruturada de 9 pontos, sendo que os pontos 9, 8, 7, eram para qualidades equilibradas e desejáveis, dando a melhor avaliação no ponto 9. As qualidades intermediárias correspondiam aos pontos 6, 5, 4; sendo considerado o ponto 6 como uma bebida boa, o ponto 5 como bebida com sabor verde (imaturo) e o ponto 4 como baixa qualidade. Finalmente os pontos 3, 2, 1 correspondiam as qualidades indesejáveis, avaliando defeitos na bebida tais como: fermento, metálico, sujo, carbonoso, terra.

Com a finalidade de conhecer a variação da intensidade da acidez sensorial com o ponto de torra, Aino e Motoyoshi (2001) criaram uma escala estruturada para medir a intensidade da acidez, utilizando 12 soluções de ácido tartárico em diferentes concentrações (0,00848; 0,01041; 0,01277; 0,01567; 0,01922; 0,02358; 0,02893; 0,03549; 0,04354; 0,05341; 0,06553; 0,08039 w/v %). Cada concentração representava um valor de intensidade de acidez (1; 1,3; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3 7,9; 10 e 13), isto é, um ponto da escala.

3.5.4 Características Sensoriais da Bebida de Café

O número das principais características sensoriais da bebida de café de boa qualidade varia segundo o pesquisador.

Segundo Mori et al. (2000) as características sensoriais avaliadas por provadores treinados para determinar a qualidade do café são:

- a) a fragância: é a percepção olfativa do pó de café torrado e moído. A intensidade da fragância da amostra revela o seu frescor;

- b) o aroma: é reconhecido como a percepção olfativa da bebida do café, feita por meio da inalação dos vapores que exalam da bebida ainda quente e por via retrorrenal, durante sua degustação;
- c) os defeitos: são os odores e sabores indesejados conferidos pelos grãos defeituosos, como ardido, preto, verde e impurezas como terra, areia, paus e cascas. Café de alta qualidade é isento de defeitos;
- d) a acidez: é a propriedade sensorial de substâncias como ácido clorogênico, málico e tartárico que produzem o gosto ácido. Quando é natural e desejável, é chamado ácido, e quando é natural e indesejável, é chamado azêdo;
- e) o amargor: é a propriedade sensorial de substâncias como cafeína, trigonelina, ácido cafêico e quínico e outros compostos que produzem o gosto amargo. É indesejável no café até certo ponto, sendo afetado pelo grau de torra e pelo método de preparo da bebida;
- f) o sabor: é a combinação das sensações de gosto doce, salgado, amargo e ácido com outros aromas tais como de chocolate, caramelo ou cereal torrado, formando o sabor característico desejável;
- g) o corpo: é a sensação tátil de oleosidade e de viscosidade na boca. Encorpado significa que a bebida é forte e concentrada e não rala, produzindo uma sensação agradável na boca;
- h) o sabor residual: é definido como a sensação percebida após a ingestão da bebida. O sabor residual é desejável, quando lembra o chocolate, e indesejável quando lembra o cigarro, queimado, resina, madeira ou outro sabor estranho;
- i) a adstringência: é a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.

Por outro lado a Embrapa-Café (2004) menciona que as características de um café de alta qualidade, segundo especialistas, é aquele que tem no sabor o equilíbrio entre as seguintes sensações:

- a) doçura: os cafés mais finos apresentam um sabor adocicado, o que permite que sejam bebidos sem a adição de açúcar. A classificação quanto à doçura pode ser desde nula (sem doçura) até doçura muito boa. Porém, para que a doçura do café seja percebida, ele não pode conter grãos verdes, pretos ou ardidos;
- b) amargor: é o gosto produzido pela cafeína e outras substâncias, que deve ser leve ou equilibrado nos cafés de melhor qualidade. Cafés muito torrados ou queimados, e os de pior qualidade possuem amargor forte, sendo sentido quando atinge a garganta;

- c) acidez ligeira: pode ser muito desejável no café, principalmente em alguns países do mercado europeu, como a Alemanha;
- d) aroma: compreende os elementos perceptíveis pelo olfato. Bons cafés desprendem aromas fortes e complexos. Os aromas do café podem ser: frutado, florado, achocolatado, pão torrado e outros.

As características de acidez, corpo, sabor remanescente, aroma e defeitos são sugeridos pela SCAA (2007) nas avaliações da prova da xícara e fazem parte dos questionários da avaliação de qualidade nos concursos no Brasil.

Para a pesquisadora Puerta-Quintero (2000), as características que definem a qualidade da bebida são o aroma, a acidez, o amargor, o corpo e a impressão global. Pode-se observar que alguns atributos da bebida coincidem entre os estudiosos, podendo haver entre eles maiores ou menores critérios de avaliação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

Inicialmente foram coletadas, da safra 2005-2006 da região Norte do Paraná, 60 amostras de café verde de *C. arabica* espécie arábica, sendo cada uma a mistura das variedades Iapar 59, Mundo Novo e Catuaí, e que tinham sido processadas por via seca ou via úmida (cereja descascado).

A codificação das amostras obedeceu a ordem de chegada ao laboratório durante os quatro meses anteriores ao início dos experimentos, as amostras identificadas com números maiores que 60 já chegaram numeradas, o que foi mantido a fim de facilitar a identificação dos lotes.

Cada amostra foi classificada segundo a Normativa N° 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 2), resultando nos tipos de 6 a 7 (86 a 160 defeitos) (BRASIL, 2003). As amostras foram uniformizadas por meio da retirada dos grãos defeituosos (pretos, brocados, ardidos, verdes) e classificadas em peneiras, sendo utilizados os grãos retidos em peneira 15 (15/64 polegadas).

As 60 amostras foram classificadas quanto ao tipo de bebida: rio zona, rio, riada, dura, apenas mole, mole e estritamente mole, por três provadores profissionais (experts), participantes dos Concursos de Qualidade no Paraná, utilizando a ficha apresentada na Figura 2. O teste foi realizado na sala de degustação da Corretora de café Bacceti, no Edifício América, na cidade de Londrina-Paraná. Dessas amostras, 25 foram retiradas do estudo por apresentarem bebidas fermentadas, com sabor de terra e bebidas das categorias riada, rio ou rio zona. Permaneceram no estudo 35 amostras (Tabela 6), cujas bebidas foram classificadas como apenas mole (amostras 57 e 206) e dura (demais amostras).

| Ficha de Avaliação das Categorias de Qualidade da Bebida de Café | | |
|---|------------------------|--------------------|
| Nome : | Data:...../...../..... | |
| Experimente as bebidas de cada xícara numerada e identifique a categoria da bebida (rio-zona, rio, riada, dura, apenas mole e mole) os defeitos encontrados em cada amostra. | | |
| Amostra | Categoria da bebida | Defeitos na bebida |
| | | |
| | | |
| | | |

Figura 2 – Ficha utilizada na classificação por categorias e identificação de defeitos das bebidas de café.

Tabela 6 – Origem das amostras de café

| Amostra | Procedência |
|----------------|--------------------|
| 1, 4 | Uraí |
| 9, 25 | Congoinhas |
| 30, 31 | Leópolis |
| 43, 47 | Santa Amélia |
| 50, 86, 201 | Assaí |
| 3 | Apucarana |
| 10 | Cambé |
| 13,19 | Tamarana |
| 17, 206* | Abatiá |
| 35, 38, 22 | Grandes Rios |
| 29, 202 | Nova Fátima |
| 16, 39 | S. Ant. da Platina |
| 52, 62 | Jesuítas |
| 53, 82 | Morumbi |
| 55, 57* | Mandaguari |
| 56 | Pitangueiras |
| 58, 200, 205 | Carlópolis |
| 204 | Cornélio Procópio |

* amostras com bebidas apenas mole; as demais são bebidas dura.

Para as análises químicas, 50 g de grãos verdes foram congelados com nitrogênio líquido (-196°C), moídos em moinho de disco Pertem 3600, passados em peneira com malha de 0,5 mm, acondicionados em frascos plásticos com tampa rosqueável e mantidos em geladeira a 4°C.

4.2 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

As análises de umidade, acidez titulável e ácidos clorogênicos totais foram realizadas nos grãos de café verde (sem torrar), finamente moídos (granulometria de 0,5 mm). As determinações da cor e a perda de peso foram realizadas nos grãos de café torrado.

4.2.1 Umidade

A umidade foi medida de acordo com o método da AOAC (1990). Um grama de amostra foi pesado em pesafiltro, previamente seco e com peso conhecido. A amostra permaneceu em estufa a 105°C até atingir peso constante (cerca de 2 horas), e depois colocada em dessecador contendo sílica até atingir a temperatura ambiente e então foi pesada. A umidade correspondeu a perda de peso. Os resultados foram expressos como g de umidade / 100 g de amostra.

4.2.2 Acidez Titulável

A acidez total foi determinada pelo Método AOAC (1990). Adicionaram-se 20 mL de etanol 80 % em 2 g de amostra e após homogeneização o frasco foi tampado, deixado em repouso por 16 h e agitado ocasionalmente. A mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo (Whatman nº1). Uma alíquota de 5 mL do filtrado foi transferida para um erlenmeyer, contendo 20 mL de água destilada para titulação com NaOH 0,1 N e

fenolftaleína como indicador. A acidez total foi expressa em mL de NaOH 0,1N / 100 g de amostra em base seca.

4.2.3 Ácidos Clorogênicos

O método de Clifford e Wight (1976) foi utilizado para determinar a concentração de ácidos clorogênicos totais. Transferiram-se 0,2 g de café para um balão volumétrico de 50 mL, acrescentaram-se 15 mL de álcool isopropílico 70 % e agitou-se a mistura em agitador orbital (marca Tecnal) a 200 rpm por 20 minutos. Completou-se o volume para 50 mL e a mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo (Whatmam nº 1).

Um mililitro do filtrado foi colocado em um tubo de ensaio, adicionaram-se 9 mL do reagente periodato de potássio 0,25 %. A mistura permaneceu em banho a temperatura de 27°C durante 10 minutos. Mediu-se a absorvância a 406 nm.

Foi preparada uma curva padrão com soluções de ácido clorogênico nas concentrações: 20, 40, 60, 80, 100 ug/mL. As absorvâncias foram lidas em 406 nm. Os resultados foram expressos em g /100 g de amostra em base seca.

4.2.4 Expansão do Grão na Torra

O método de Buenaventura-Serrano e Castaño-Castrillón (2002) foi utilizado para determinar a expansão do grão ocorrida devido a torra. Oitenta gramas de cada amostra de grãos de café verde foram colocados em proveta de 100 mL e mediu-se o volume aparente, a medida foi repetida três vezes.

Após o café ser torrado e resfriado mediu-se novamente o volume utilizando-se uma proveta de 250 mL, a medida foi repetida três vezes. A expansão dos grãos foi calculada pela fórmula:

$$\text{Expansão} = \frac{\text{Volume final} - \text{Volume inicial}}{\text{Volume inicial}} \times 100 \%$$

4.2.5 Análise da Cor

A cor dos cafés torrados utilizados para as provas sensoriais foi medida utilizando um colorímetro portátil Byk Gardner-GMPG modelo PCB-6805. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b*(componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do equipamento enquanto a tonalidade cromática (H*) foi calculada pela equação: $H^* = \arctan(b^*/a^*)$.

4.2.6 Perda de Peso

A perda de peso devido à torra foi calculada segundo Rodrigues et al. (2003). Todas as amostras de café foram pesadas antes e após o processo de torra. As pesagens foram realizadas em duplicata. A balança utilizada foi semi-analítica (marca Marte modelo 2100), com três casas decimais. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Foram realizadas avaliações da qualidade e determinações da intensidade dos atributos acidez, adstringência e sabor verde das bebidas das amostras.

A avaliação de qualidade foi realizada na sala de degustação da Corretora de Café Baccti, enquanto que as avaliações de intensidade de atributos foram realizadas nas salas das empresas compradoras de café (Unicafé, Cafeeira Sieni, Tristão, Comexim, Coimbra, Volcafé, Exprinsul). Essas salas localizam-se no Edifício América, na cidade de Londrina-Paraná.

Para os dois testes utilizaram-se 13 provadores profissionais de avaliação de qualidade, sendo divididos em duas equipes: a primeira formada por três provadores (participantes dos Concursos de Qualidade de Bebida do Café Paranaense) e responsáveis por avaliar a qualidade do aroma, sabor, acidez, sabor residual e bebida global. A segunda equipe

foi formada por 10 provadores que receberam treinamento para medir as intensidades dos atributos acidez, adstringência e sabor verde nas bebidas de café.

A água utilizada para o preparo de todas as bebidas de café e para o enxágüe da boca nas avaliações foi filtrada em filtro Trat`água.

4.3.1 Avaliação da Qualidade

Os três provadores profissionais (equipe 1) que participaram deste teste foram os mesmos que realizaram a primeira preclassificação das 60 amostras. Avaliaram a qualidade do aroma de café, do sabor de café, da acidez, do sabor residual e a qualidade global da bebida, utilizando uma escala de qualidade de 8 pontos (“1” qualidade baixa, “4” qualidade média e “8” qualidade excelente) (Figura 3). Estas características foram escolhidas por estarem incluídas nas fichas para avaliação da qualidade da bebida de café nos Concursos de Cafés do Brasil e que tem como base a ficha de análise sensorial da Speciality Coffee Association of America (SCAA, 2007).

| Ficha de Avaliação da Qualidade da Bebida de Café | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Nome | _____ | Data | _____ | | |
| AMOSTRA | Aroma | Sabor | Acidez | Sabor residual | Global |
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 |
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 |
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 |
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 |
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 |

1 = Qualidade Baixa
4 = Qualidade Média
8 = Qualidade Excelente

Figura 3 – Ficha para a avaliação sensorial dos atributos de qualidade da bebida de café utilizada pela equipe 1

As amostras para a avaliação de qualidade foram torradas em ponto de torra clara (perda de peso em torno de 11 %). As amostras foram torradas em torrador para pequenas amostras (marca Rod-Bel,) com aquecimento à gas , durante 9 a 10 minutos, sendo que a temperatura média dentro do torrador oscilou entre 180 – 190°C.

Para a prova de avaliação de qualidade, as bebidas foram preparadas de acordo com a Norma Internacional ISO 6668 (1991). O café foi moído na regulagem média, na qual 70 % das partículas têm tamanho superior a 0,6 mm. Foram colocados 8 g de cada amostra com 100 mL de água quente (97°C) numa xícara de prova (concentração de 80 gL⁻¹ de café moído).

Considerando a experiência dos provadores em avaliar amostras no Concurso de Qualidade, apresentaram-se 15 amostras escolhidas aleatoriamente para as duas primeiras sessões e cinco na última, todos os provadores avaliaram as amostras na mesma ordem, não havendo repetições das avaliações.

4.3.2 Avaliação da Intensidade de Atributos

Para a avaliação das intensidades desses atributos na bebida de café foram consideradas as seguintes etapas do teste: o recrutamento e pré-seleção de provadores, treinamento da equipe sensorial, avaliação do treinamento da equipe (desempenho dos provadores) e avaliação das amostras do estudo.

4.3.2.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores

Doze candidatos a provadores foram recrutados dentre os provadores profissionais de bebidas de café, vinculados a empresas de exportação de café da cidade de Londrina-Paraná. Os provadores foram selecionados em função de seu desempenho em testes de reconhecimento de gostos e odores básicos e de ordenação na intensidade de acidez, adstringência e sabor verde (MEILGAARD et al., 1999).

A capacidade dos candidatos em reconhecer os odores foi avaliada em teste sensorial onde cada voluntário foi solicitado a identificar (ficha descrita na Figura 4) o odor

de uma série de 15 substâncias aromáticas diferentes encontradas no cotidiano. As amostras foram colocadas sobre algodão contido no fundo de frascos de erlenmeyer recobertos com papel alumínio, codificados e tampados com papel alumínio perfurado. A porcentagem de acerto para cada aroma específico foi calculado por meio da contagem de pontos (3 pontos: termo correto; 2 pontos: termo descritivo ou associativo; 1 ponto: termo errado; 0: sem resposta). Indivíduos que não atingiram o mínimo de 60 % de acerto foram excluídos da equipe sensorial a ser formada (MEILGAARD et al.,1999).

A capacidade dos candidatos em reconhecer os quatro gostos básicos (doce, salgado, ácido e amargo) foi avaliada por meio do teste descrito por Dutcosky (1996), onde cada indivíduo avaliou o gosto de uma série de soluções aquosas contendo sacarose (2,0 e 4,0 %), cloreto de sódio (0,2 e 0,4 %), ácido cítrico (0,02 e 0,06 %), e cafeína (0,07 e 0,14 %), utilizando a ficha apresentada na Figura 5. Provadores que não conseguiram identificar pelo menos uma das soluções de cada substância foram eliminados.

| TESTE DE RECONHECIMENTO DE ODOR | | | |
|---|-------------------|-------------------------|-------------------|
| Nome: | | Data:/...../..... | |
| <p>Aspire a primeira amostra. Identifique o odor e registre na ficha. Aguarde alguns segundos para aspirar a próxima, proceda desta forma para as amostras restantes. Assinale o número que corresponde a cada amostra e a descrição do odor.</p> | | | |
| Amostra | Descrição do odor | Amostra | Descrição do odor |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| Comentários: | | | |

Figura 4 – Ficha de reconhecimento de odores utilizada na seleção de provador para a equipe 2

Em duas sessões especiais os provadores aprovados degustaram doce de marmelo, marmelo em fruta e uma bebida de café, para reconhecerem a adstringência e posteriormente associar à adstringência da bebida do café.

Para definir o sabor verde da bebida de café, conhecido entre os provadores profissionais como sabor a grama e relacionado ao grau imaturo do grão, apresentaram-se duas bebidas de café com e sem grãos verdes, com a finalidade de reafirmar o conceito entre os participantes.

TESTE DE GOSTO - INTENSIDADE

Nome: Data:/...../.....

Prove duas vezes cada solução e identifique o gosto percebido. Usando a escala abaixo, indique a intensidade do gosto e anote na Tabela de baixo o número de cada copo correspondente. Enxágüe a boca, entre cada avaliação.

0 = Nenhum 5 = Moderado 10 = Intenso

| Número da amostra | Doce | Salgado | Amargo | Acido |
|-------------------|------|---------|--------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Comentários:

Figura 5 – Ficha de reconhecimento dos gostos básicos utilizada na seleção de provador para a equipe 2

Para avaliar os provadores quanto a capacidade de ordenar intensidades de acidez, adstringência e sabor verde nas bebidas de café, aplicou-se um teste de ordenação. Foi solicitado a cada candidato que classificasse bebidas de café apresentadas aleatoriamente em ordem crescente de intensidade de acidez, adstringência e sabor verde (Figura 6, 7 e 8). Foram

selecionados os candidatos que atingiram 100 % de acerto (MEILGAARD et al., 1999). As amostras deste teste foram indicadas pelos provadores profissionais da equipe 1.

| TESTE DE ORDENAÇÃO PARA A ACIDEZ | | |
|--|-------------------------|-----------|
| Nome: | Data:/...../..... | |
| Avalie a acidez de cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita, e ordene-as em ordem crescente de intensidade de acidez. | | |
| _____ | _____ | _____ |
| - Intensa | | + Intensa |
| Comentários | | |

Figura 6 – Ficha do teste de ordenação de intensidade de acidez utilizada na seleção de provadores para a equipe 2

| TESTE DE ORDENAÇÃO PARA SABOR VERDE | | |
|--|-------------------------|-----------|
| Nome: | Data:/...../..... | |
| Avalie o sabor verde de cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita, e ordene-as em ordem crescente da intensidade do sabor verde. | | |
| _____ | _____ | _____ |
| - Intensa | | + Intensa |
| Comentários | | |

Figura 7 – Ficha do teste de ordenação de intensidade do sabor verde utilizada na seleção de provadores para a equipe 2

| TESTE DE ORDENAÇÃO PARA ADSTRINGÊNCIA | | |
|--|-------------------------|-----------|
| Nome: | Data:/...../..... | |
| Avalie a adstringência de cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita, e ordene-as em ordem crescente da intensidade de adstringência. | | |
| _____ | _____ | _____ |
| - Intensa | | + Intensa |
| Comentários | | |

Figura 8 – Ficha do teste de ordenação de intensidade de adstringência utilizada na seleção de provedores para a equipe 2

4.3.2.2 Treinamento e avaliação do desempenho da equipe de análise sensorial

Durante as sessões de treinamento, apresentaram-se aos candidatos materiais de referência representando os extremos da escala para cada um dos atributos escolhidos para a avaliação.

Para o treinamento foram utilizadas algumas amostras de café do próprio estudo: amostra 200 (acidez e adstringência intermediárias), 204 (acidez intensa), 13 (adstringência intensa). E outras amostras selecionadas especialmente para o treinamento 32P (sabor verde e adstringência fracas, originaria da cidade de Urai) 55P (acidez baixa, originaria da cidade de Urai) , 48P (sabor verde intermediário, originária da cidade de Urai) e 64 (sabor verde intenso, originária da cidade de São Luis) tal como consta na Tabela 7. A indicação dessas amostras foi feita pela equipe nº 1.

O treinamento para a identificação e quantificação dos atributos foi realizado durante 80 sessões diárias de 20 minutos.

Tabela 7 – Amostras de referência utilizadas para o treinamento da equipe 2

| ATRIBUTO | AMOSTRAS DE REFERÊNCIA |
|---------------|--|
| ACIDEZ | Fraca: 55P - Café cereja (secagem natural) Média: 200 - Café cereja descascado Intensa: 204 - Café cereja descascado |
| ADSTRINGÊNCIA | Fraca: 32P - Café cereja (secagem natural) Média: 200 - Café cereja descascado Intensa: 13 - Café (secagem natural) |
| SABOR VERDE | Fraco: 32P - Café cereja (secagem natural) Médio: 48P - Café (secagem natural) Intenso: 64P - Café (secagem natural) |

Após o treinamento foi realizado um teste para avaliar o desempenho da equipe e selecionar os provadores de acordo com sua capacidade de discriminar amostras, repetibilidade e concordância com a equipe. Três amostras foram avaliadas conforme delineamento em blocos completos casualizados com três repetições. As amostras estão descritas na Tabela 8 e a ficha de avaliação proposta em consenso pela equipe está apresentada na Figura 9. A escala utilizada possuía 10 cm e apresentava ancoras a 2 cm de cada extremidade com os termos fraco e intenso.

Com relação ao poder de discriminação, foram selecionados os provadores que apresentaram valores de $F_{amostras}$ com nível de significância máximo de 30 % ($p \leq 0,30$). Para o critério repetibilidade, foram selecionados provadores com valores de $F_{repetições}$ com nível de significância mínimo de 5 % ($p \geq 0,05$). Para a avaliação da concordância de cada provador com a equipe para cada atributo, foram comparadas as ordens das médias de intensidade fornecidas por cada provador às amostras com as ordens das médias fornecidas pela equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Tabela 8 – Amostras utilizadas na avaliação do desempenho e seleção final de provadores para equipe 2

| Amostra | Descrição da amostra | Características da bebida * |
|----------------|--|---|
| Café A | Café cereja despolpado. (Bebida apenas mole). | Acidez intensa, adstringência e sabor verde intermediária. |
| Café B | Café cereja despolpado. (Com bebida apenas mole + 40% de grãos verdes). | Sabor verde intenso, acidez e adstringência fraca. |
| Café C | Café de secagem natural. (Bebida dura). | Adstringência intensa, acidez intermediária e fraca intensidade do sabor verde. |

(*) Características sensoriais fornecida por provadores experientes em avaliação da bebida de café.

4.3.2.3 Avaliação das amostras do estudo

O ponto de torra para avaliações de intensidade de atributos foi a torra média-clara, sendo que o tempo para esta torra situou-se na faixa de 12-14 minutos, com uma temperatura média no centro do torrador de 220 a 240°C.

As 35 bebidas do presente estudo foram preparadas com café torrado e moído em tamanho de partícula fina (0,6 mm). A proporção de pó de café para água filtrada fervente (95 – 97°C) foi de 8 %. A bebida foi filtrada em papel Mellita nº 102, após 1 minuto de extração e servida em temperatura entre 75 a 80°C em copos de plástico de 50 mL codificadas com números de três dígitos.

As amostras foram avaliadas em 9 sessões. Em 8 sessões avaliaram-se 4 amostras e na última sessão foram avaliadas 3 amostras. A ordem de apresentação de todas as amostras foi aleatória, sendo a mesma para todos os provadores. Não houve repetições das avaliações.

| FICHA PARA AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS | | | | | | |
|--|---|-------|--|---------|--|---------|
| Nome: _____ | Data: _____ | | | | | |
| Experimente a amostra e marque a intensidade de cada atributo utilizando as escalas abaixo | | | | | | |
| Amostra _____ | | | | | | |
| ACIDEZ | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;">Fraca</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">5</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">Intensa</td> </tr> </table> | Fraca | | 5 | | Intensa |
| Fraca | | 5 | | Intensa | | |
| ADSTRINGÊNCIA | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;">Fraca</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">5</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">Intensa</td> </tr> </table> | Fraca | | 5 | | Intensa |
| Fraca | | 5 | | Intensa | | |
| SABOR VERDE | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;">Fraca</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">5</td> <td style="width: 33%; border: none;"> </td> <td style="width: 33%; border: none;">Intensa</td> </tr> </table> | Fraca | | 5 | | Intensa |
| Fraca | | 5 | | Intensa | | |
| Comentários : _____ | | | | | | |

Figura 9 – Ficha utilizada no treinamento, seleção final dos provadores e na avaliação das amostras pela equipe 2.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises físicas e químicas das 35 amostras foram conduzidas conforme o delineamento inteiramente ao acaso com 3 repetições e 2 determinações em cada repetição, sendo que para as avaliações da expansão, cor, e perda de peso foram realizadas 3 determinações. Os resultados foram testados por Análise de Variância (ANOVA) e aplicado o teste de comparação de médias de Tukey utilizando o Programa SAS (SAS INSTITUTE, 1996).

As análises sensoriais das amostras foram realizadas de acordo com delineamento em blocos completos casualizados, sendo as 35 amostras de cafés os tratamentos e os provadores os blocos. Os dados foram submetidos a Análise de Variância e teste de comparação de médias de Tukey utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 1996).

As análises de correlação (Linear Simple-Pearson) e de regressão múltipla entre as medidas das avaliações sensoriais de qualidade e entre as avaliações sensoriais e físicas e químicas foi realizado utilizando o programa STATISTICA 6.0 (STATSOFT, 2001).

Valores médios padronizados pelo método de escalonamento das avaliações sensoriais, físicas e químicas das amostras foram submetidos à Análise de Agrupamentos e de Componentes Principais utilizando o programa estatístico STATISTICA 6.0 (STATSOFT, 2001). Para a análise de Agrupamento foram utilizados o método “joining (Tree clustering)”, a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade (coeficiente de semelhança) e o método de Ward como estratégia de agrupamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TREINAMENTO E DESEMPENHO DA EQUIPE DO TESTE DE INTENSIDADE DE ATRIBUTOS DAS BEBIDAS DE CAFÉ

Os 12 candidatos que se submeteram aos testes de seleção foram aprovados e participaram do treinamento para avaliação de intensidade dos atributos acidez, adstringência e sabor verde.

Após cinco meses de treinamento, avaliou-se o desempenho da equipe, cujos resultados demonstraram que todos os provadores possuíam bom poder de discriminação entre amostras e boa repetibilidade dos resultados, além de alta concordância entre cada um e a equipe.

Os resultados dos níveis de significância ($p_{amostra}$) em função da discriminação das amostras ($F_{amostra}$), para cada provador em relação a cada atributo, estão apresentados na Tabela 9. Observou-se que todos os provadores apresentaram valores de “p” menores que os pré-estabelecidos de 0,30 em todos os atributos, sendo até menores que 0,05, demonstrando serem capazes de discriminar amostras de café.

Os resultados dos níveis de significância ($p_{repetição}$) em função da repetibilidade ($F_{repetição}$), para cada provador, em relação a cada atributo, encontram-se na Tabela 10. Todos os provadores demonstraram repetibilidade de suas avaliações ($p \geq 0,05$).

Tabela 9 – Níveis de significância ($p_{amostra}$) para provadores em função da discriminação das amostras ($F_{amostra}$)

| Provador | Intensidade da Acidez | Intensidade da Adstringência | Intensidade do Sabor verde |
|----------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |
| 2 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0009 |
| 3 | 0,0013 | 0,0006 | 0,0031 |
| 4 | 0,0016 | 0,0920 | <0,0001 |
| 5 | 0,0003 | 0,0025 | 0,0002 |
| 6 | 0,0020 | 0,0002 | 0,0001 |
| 7 | 0,0003 | <0,0001 | <0,0001 |
| 8 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0005 |
| 9 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| 10 | 0,0004 | 0,0036 | 0,0027 |
| 11 | 0,0002 | 0,0011 | 0,0004 |
| 12 | 0,0002 | 0,0001 | <0,0001 |

$p \leq 0,30$: provador com bom poder de discriminação entre amostras.

Tabela 10 – Níveis de significância ($p_{repetição}$) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$)

| Provador | Intensidade Da acidez | Intensidade da Adstringência | Intensidade do sabor verde |
|----------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 | 0,1403 | 0,8432 | 0,4444 |
| 2 | 0,6899 | 0,3906 | 0,3673 |
| 3 | 0,7741 | 0,1796 | 0,1722 |
| 4 | 0,8395 | 0,8898 | 0,2736 |
| 5 | 0,0494 | 0,0721 | 0,1451 |
| 6 | 0,5340 | 0,4400 | 0,1606 |
| 7 | 0,2817 | 0,1182 | 0,1388 |
| 8 | 0,7434 | 0,4325 | 0,9109 |
| 9 | 0,6251 | 0,4364 | 0,3897 |
| 10 | 0,3868 | 0,3265 | 0,5878 |
| 11 | 0,4444 | 0,4444 | 0,1289 |
| 12 | 0,4354 | 0,9588 | 0,4943 |

$p \geq 0,05$: provador com boa repetibilidade de avaliação.

A concordância de cada provador com a equipe foi adequada como se observa na Tabela 11. Também pode-se observar nessa Tabela que as amostras utilizadas para a avaliação da equipe realmente eram diferentes quanto aos atributos utilizados. A amostra “A” era uma bebida de alta acidez, pouco sabor verde e adstringência mediana, a amostra “B” se caracterizava por ser uma bebida de sabor verde intenso e a bebida da amostra “C” se sobressaiu pelo sabor adstringente intenso.

Tabela 11 – Valores médios da equipe e de cada provador para intensidade de cada atributo avaliado nas bebidas de café pela equipe 2

| Provador | Amostra | Intensidade da Acidez | Intensidade da Adstringência. | Intensidade do Sabor Verde |
|------------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 | A | 8,23 | 5,83 | 3,93 |
| | B | 3,50 | 2,70 | 8,00 |
| | C | 6,33 | 8,00 | 2,50 |
| 2 | A | 9,13 | 5,83 | 4,67 |
| | B | 4,00 | 2,70 | 8,00 |
| | C | 6,50 | 7,50 | 3,17 |
| 3 | A | 7,83 | 5,67 | 3,83 |
| | B | 3,10 | 2,90 | 6,53 |
| | C | 6,77 | 7,10 | 2,23 |
| 4 | A | 7,83 | 5,50 | 4,00 |
| | B | 3,53 | 3,50 | 7,77 |
| | C | 5,17 | 7,17 | 2,13 |
| 5 | A | 7,67 | 5,53 | 3,77 |
| | B | 3,00 | 3,20 | 8,00 |
| | C | 5,83 | 7,50 | 2,47 |
| 6 | A | 8,00 | 6,00 | 3,77 |
| | B | 3,00 | 3,00 | 8,00 |
| | C | 6,33 | 7,67 | 2,50 |
| 7 | A | 8,00 | 5,73 | 3,83 |
| | B | 3,20 | 3,70 | 8,00 |
| | C | 6,10 | 8,10 | 2,90 |
| 8 | A | 7,83 | 6,07 | 4,00 |
| | B | 3,80 | 3,20 | 7,80 |
| | C | 5,63 | 7,57 | 2,90 |
| 9 | A | 8,17 | 5,60 | 4,83 |
| | B | 3,00 | 3,10 | 8,00 |
| | C | 5,80 | 7,70 | 3,40 |
| 10 | A | 7,43 | 6,33 | 4,67 |
| | B | 3,00 | 3,30 | 8,00 |
| | C | 6,33 | 7,83 | 4,33 |
| 11 | A | 6,67 | 6,00 | 3,67 |
| | B | 3,10 | 3,50 | 8,00 |
| | C | 5,33 | 7,00 | 3,50 |
| 12 | A | 7,60 | 5,10 | 3,77 |
| | B | 2,80 | 2,80 | 7,80 |
| | C | 5,73 | 8,00 | 3,00 |
| Média Da Equipe | A | 7,85 ^a | 5,76 ^b | 4,08 ^b |
| | B | 3,56 ^c | 3,58 ^c | 8,50 ^a |
| | C | 5,99 ^b | 7,59 ^a | 3,00 ^c |

Médias com letras similares, na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

Amostra A: Café cereja despulpado de bebida apenas mole.

Amostra B: Café cereja despulpado de bebida apenas mole + 40% de grãos verdes.

Amostra C: Café seca natural de bebida dura.

Ainda que os 12 provadores tenham demonstrado excelente desempenho, para a determinação da intensidade dos atributos estudados foram tomadas as médias das

avaliações de 10 provadores, porque dois membros da equipe faltaram a algumas sessões de avaliações.

5.2 ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE CAFÉ

5.2.1 Análises Químicas e Físicas das Amostras de Café

Os resultados das análises de umidade nos grãos verdes e perda de peso e expansão devido à torra das amostras de café estão apresentados na Tabela 12.

Os teores de umidade nos grãos de café verde variaram de 9,17 a 12,92 g/100 g que corresponderam às amostras 201 e 17, respectivamente. Esta variação pode ser consequência da umidade inicial das amostras e da forma de armazenamento escolhida pelo produtor, assim se o grão foi armazenado com baixa umidade e beneficiado (sem casca) perderá mais umidade do que quando é armazenado na forma de café em coco (com casca), dependendo da umidade relativa do ar na área do armazenamento (PIMENTA, 2003). A norma brasileira (BRASIL, 2003) recomenda teores de umidade no grão beneficiado de máximo 12,5 %, pois altos teores de umidade favorecem o maior desenvolvimento de microrganismos e mudanças de cor.

Os resultados da perda de peso como consequência do processo de torra, situaram-se entre 12,09 a 15,62 g/100 g para as amostras 9 e 57 respectivamente, sendo a média 13,83 g/100 g. Essa faixa de variação é resultado da variabilidade na umidade das amostras que é perdida durante o processo de torra, assim como da composição do grão a partir do qual formam-se compostos voláteis e CO₂. Rodriguez et al. (2003) estudando o processo de torra encontraram uma relação entre o tempo de torra e a perda de peso, embora as condições de torra sejam um pouco diferentes, os resultados são próximos aos obtidos no trabalho pois para tempos de torra de 14 minutos a perda de peso foi aproximadamente de 14%.

Tabela 12 – Valores médios de umidade das amostras de café verde, perda de peso e expansão devido à torra

| Amostra | Umidade** (g/100 g) | Perda de peso* (g/100 g) | Expansão (%) *** |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | 10,20 ^q ± 0,02 | 12,91 ^t ± 0,007 | 43,16 ^r ± 1,04 |
| 3 | 10,59 ^{kj} ± 0,01 | 12,96 ^s ± 0,007 | 55,00 ^{pnom} ± 1,00 |
| 4 | 11,18 ^f ± 0,02 | 13,78 ^l ± 0,007 | 64,50 ^{dfge} ± 0,50 |
| 9 | 9,85 ^s ± 0,02 | 12,09 ^u ± 0,007 | 73,33 ^a ± 1,04 |
| 10 | 10,50 ^{mn} ± 0,02 | 13,65 ^m ± 0,007 | 58,00 ^{lkm} ± 1,00 |
| 13 | 10,76 ^l ± 0,02 | 13,60 ⁿ ± 0,007 | 69,00 ^{bc} ± 1,00 |
| 16 | 9,73 ^t ± 0,02 | 13,76 ^l ± 0,007 | 64,33 ^{dfge} ± 1,15 |
| 17 | 12,92 ^a ± 0,02 | 13,35 ^p ± 0,007 | 48,33 ^q ± 0,58 |
| 19 | 11,49 ^d ± 0,02 | 14,44 ^c ± 0,007 | 44,33 ^r ± 0,58 |
| 22 | 11,32 ^e ± 0,02 | 14,00 ^h ± 0,007 | 53,66 ^{pno} ± 0,58 |
| 25 | 11,48 ^d ± 0,02 | 13,28 ^q ± 0,007 | 66,66 ^{dfce} ± 0,58 |
| 29 | 10,48 ^{mno} ± 0,02 | 14,06 ^g ± 0,007 | 48,33 ^q ± 0,76 |
| 30 | 10,59 ^{kj} ± 0,01 | 13,96 ⁱ ± 0,007 | 62,33 ^{higi} ± 0,58 |
| 31 | 10,56 ^{kl} ± 0,02 | 13,51 ^o ± 0,007 | 60,00 ^{jki} ± 1,00 |
| 35 | 11,09 ^g ± 0,02 | 14,47 ^c ± 0,007 | 59,00 ^{ljk} ± 1,00 |
| 38 | 11,05 ^{hg} ± 0,02 | 14,33 ^d ± 0,007 | 67,66 ^{dce} ± 0,58 |
| 39 | 11,52 ^{dc} ± 0,02 | 14,79 ^b ± 0,007 | 54,16 ^{pno} ± 0,76 |
| 43 | 10,64 ^j ± 0,02 | 13,33 ^p ± 0,007 | 68,66 ^c ± 0,58 |
| 47 | 11,03 ^h ± 0,03 | 14,47 ^c ± 0,007 | 68,00 ^{dc} ± 1,00 |
| 50 | 10,12 ^r ± 0,02 | 13,07 ^r ± 0,007 | 64,00 ^{hfge} ± 1,00 |
| 52 | 9,53 ^v ± 0,02 | 13,92 ^j ± 0,007 | 62,00 ^{higi} ± 1,00 |
| 53 | 10,74 ⁱ ± 0,01 | 13,53 ^o ± 0,007 | 72,83 ^a ± 0,76 |
| 55 | 10,38 ^p ± 0,01 | 14,19 ^f ± 0,007 | 54,66 ^{pnom} ± 1,15 |
| 56 | 10,47 ^{mno} ± 0,02 | 13,65 ^m ± 0,007 | 63,66 ^{higi} ± 0,58 |
| 57 | 10,52 ^{mL} ± 0,02 | 15,62 ^a ± 0,007 | 52,66 ^{po} ± 0,58 |
| 58 | 10,46 ^{no} ± 0,20 | 14,07 ^g ± 0,007 | 60,33 ^{hiki} ± 0,58 |
| 62 | 9,66 ^u ± 0,02 | 13,35 ^p ± 0,007 | 56,00 ^{lnom} ± 1,00 |
| 82 | 9,30 ^w ± 0,01 | 13,64 ^m ± 0,007 | 59,00 ^{ljk} ± 1,00 |
| 86 | 10,44 ^o ± 0,01 | 13,84 ^k ± 0,007 | 75,66 ^a ± 0,15 |
| 200 | 11,57 ^c ± 0,01 | 14,33 ^d ± 0,007 | 51,33 ^{pq} ± 1,04 |
| 201 | 9,17 ^x ± 0,01 | 14,30 ^e ± 0,007 | 66,33 ^{dfce} ± 0,58 |
| 202 | 10,50 ^{mn} ± 0,02 | 13,96 ⁱ ± 0,007 | 57,00 ^{lnkm} ± 1,00 |
| 204 | 10,74 ⁱ ± 0,01 | 13,63 ^{nm} ± 0,007 | 72,66 ^{ba} ± 0,58 |
| 205 | 11,76 ^b ± 0,02 | 14,26 ^e ± 0,007 | 62,00 ^{higi} ± 1,00 |
| 206 | 11,57 ^c ± 0,01 | 14,20 ^f ± 0,007 | 56,66 ^{lnkm} ± 0,58 |

(*) Média de 2 determinações ± desvio padrão.

(**) Média de 3 repetições com 2 determinações ± desvio padrão.

(***) Média de 3 determinações ± desvio padrão.

Médias com letras similares, na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

Nas amostras estudadas foram verificadas diferenças significativas de expansão devido à torra, sendo a menor expansão de 43,16 % e a maior de 75,66 % para as amostras 1 e 86 respectivamente. Rodriguez et al. (2003) estudando o processo de torra encontraram expansão de 72 % para um tempo de torra de 14 minutos. Durante o processo de torra formam-se macro e microporos como consequência da pressão interna dos gases, devido à água livre vaporizada e posteriormente aos gases da pirrólise, provocando um aumento do volume no grão torrado. Portanto essa diferença de expansão entre as amostras pode ser consequência da umidade inicial da amostra, da variedade do café e da estrutura da parede celular (GUTIERREZ et al., 1993; PERREN et al., 2004).

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados dos parâmetros de cor das amostras de café torrado. O valor mínimo e máximo da luminosidade (L^*) nas amostras foram de 26,91 (amostra 58) e 30,45 (amostra 22). Essa variação é função do ponto de torra que foi definido visualmente e da perda de peso. Essa faixa de valores de L^* foi sugerida pelos provadores profissionais em testes preliminares, pois acredita-se que pontos de torra com menores luminosidades (mais escuras) correspondem a amostras consideradas queimadas. Avelino et al. (2001) avaliando as características sensoriais de qualidade de bebidas de café de Honduras obtiveram pontos de torra com L^* de 23 até 31, esses pesquisadores considerando o tipo de teste e a equipe de avaliadores escolheram como faixa de trabalho valores de L^* de 24 a 28.

A tonalidade cromática (H^*) foi maior (61,24) para a amostra 204 e menor (55,67) para a amostra 206. Os valores médios de tonalidade cromática (58,66) e de luminosidade (28,87), foram próximos aos encontrados por Dias (2005) em seu trabalho de discriminação de espécies de café em diferentes pontos de torra, cujos valores de L^* e H^* para uma torra clara foram de 28 e 57,4 respectivamente.

Tabela 13 – Valores médios de luminosidade (L*) e tonalidade cromática (H*) das amostras de café torrado

| Amostra | Luminosidade (L*) | Tonalidade cromática (H*) |
|---------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 29,95 ^{ebdac} ± 0,28 | 60,55 ^{bac} ± 0,10 |
| 3 | 29,54 ^{ebdacf} ± 0,04 | 59,51 ^{fgdech} ± 0,59 |
| 4 | 30,36 ^a ± 0,04 | 60,81 ^{ab} ± 0,21 |
| 9 | 30,25 ^{bac} ± 0,19 | 60,22 ^{bdac} ± 0,11 |
| 10 | 27,10 ^l ± 0,74 | 57,11 ^{mopn} ± 0,84 |
| 13 | 28,87 ^{hgf} ± 0,55 | 59,62 ^{fgdec} ± 0,26 |
| 16 | 27,39 ^{lk} ± 0,09 | 56,00 ^{qp} ± 0,11 |
| 17 | 30,18 ^{bdac} ± 0,09 | 59,44 ^{fgdech} ± 0,66 |
| 19 | 27,76 ^{lji} ± 0,07 | 57,55 ^{moln} ± 0,32 |
| 22 | 30,45 ^a ± 0,20 | 59,50 ^{fgdech} ± 0,40 |
| 25 | 30,04 ^{bdac} ± 0,24 | 59,43 ^{fgdech} ± 0,28 |
| 29 | 27,73 ^{lji} ± 0,09 | 58,54 ^{gklij} ± 0,39 |
| 30 | 28,51 ^{hji} ± 0,05 | 59,23 ^{fgdeih} ± 0,07 |
| 31 | 29,07 ^{ehgf} ± 0,39 | 59,24 ^{fgdeih} ± 0,42 |
| 35 | 27,57 ^{ljk} ± 0,49 | 57,91 ^{mkln} ± 0,37 |
| 38 | 28,46 ^{hji} ± 0,14 | 58,10 ^{mkli} ± 0,12 |
| 39 | 29,24 ^{ehdgi} ± 0,25 | 58,69 ^{fgkljih} ± 0,22 |
| 43 | 30,30 ^{ba} ± 0,17 | 60,01 ^{bdec} ± 0,76 |
| 47 | 26,98 ^l ± 0,06 | 56,82 ^{qopn} ± 0,38 |
| 50 | 28,32 ^{hji} ± 0,17 | 58,12 ^{mkli} ± 0,06 |
| 52 | 28,67 ^{hgif} ± 0,18 | 58,94 ^{fgkejih} ± 0,31 |
| 53 | 30,25 ^{bac} ± 0,22 | 60,85 ^{ab} ± 0,26 |
| 55 | 29,94 ^{ebdac} ± 0,09 | 59,34 ^{fgdeh} ± 0,09 |
| 56 | 28,37 ^{hji} ± 0,24 | 57,65 ^{mLn} ± 0,42 |
| 57 | 27,58 ^{ljk} ± 0,18 | 57,91 ^{mkln} ± 0,20 |
| 58 | 26,91 ^l ± 0,07 | 56,41 ^{qop} ± 0,20 |
| 62 | 28,38 ^{hji} ± 0,32 | 58,05 ^{mkli} ± 0,10 |
| 82 | 30,32 ^{ba} ± 0,22 | 59,70 ^{fbdec} ± 0,13 |
| 86 | 29,58 ^{ebdacf} ± 0,29 | 59,12 ^{fgdejih} ± 0,38 |
| 200 | 26,93 ^l ± 0,17 | 56,30 ^{qp} ± 0,36 |
| 201 | 28,92 ^{hgf} ± 0,11 | 58,13 ^{mkli} ± 0,25 |
| 202 | 29,34 ^{edgcf} ± 0,20 | 58,36 ^{kljih} ± 0,44 |
| 204 | 30,20 ^{bac} ± 0,13 | 61,24 ^a ± 0,39 |
| 205 | 29,40 ^{ebdgcf} ± 0,13 | 59,02 ^{fgkejih} ± 0,10 |
| 206 | 27,76 ^{lji} ± 0,08 | 55,67 ^q ± 0,24 |

Média de 3 determinações ± desvio padrão.

Médias com letras similares na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

L* = 0 (preto), L* = 100 (branco), H* = 0° a ± 90°.

Na Tabela 14 observa-se que a acidez titulável das amostras verdes estudadas variou de 164,59 mL de NaOH /100 g, para amostra 200, a 230,06 mL de NaOH / 100 g para amostra 47. A variabilidade no teor de ácidos nos grãos verdes, pode ter várias explicações. Uma delas pode estar relacionada com a falta de uniformidade na maturação no

momento da colheita. Pimenta (2003) mediu a acidez titulável de grãos em 7 épocas de colheita diferentes encontrando valores de 250,0; 250,0; 233,3; 208,3; 200,0; 200,0 e 200,0 mL de NaOH / 100 g de amostra, conforme aumentava a porcentagem de grãos maduros nas amostras colhidas. Rogers et al. (1999) mencionam que a concentração de ácidos de cadeia curta acumulam-se durante a formação dos frutos até completar a maturação fisiológica (fruto verde). Neste ponto, o processo de respiração aumenta, pois o café é um fruto climatérico (Pereira, L. et al. 2005). Como resultado desse aumento na respiração há a degradação dos ácidos de cadeia curta que são usados como substrato metabólico juntamente com parte dos açúcares até alcançar a maturação sensorial (café maduro ou cereja).

Na mesma Tabela observa-se que os teores de ácidos clorogênicos totais situaram-se entre 4,93 g/100 g para as amostras 57 e 82 e 8,49 g/100 g para a amostra 9. Farah (2006) estudando a qualidade da bebida de café encontrou concentrações de ácidos clorogênicos na faixa de 5,78 a 7,02 g/100 g em amostras de diferentes qualidades de bebida. As variações podem ser resultado das diferenças climáticas, tratos culturais e dos diferentes graus de maturação das amostras no momento da colheita. Segundo Mazzafera (1999) e Pereira, R. et al. (2005) os grãos imaturos apresentam maiores porcentagens de ácidos clorogênicos, diminuído à medida que o fruto amadurece. Essa diminuição pode ser consequência da sensibilidade à oxidação, sendo maior quando o grão está imaturo do que quando ele está maduro, pois o mecanismo de defesa contra a oxidação é mais eficiente na fase final da maturação (MONTAVÓN et al., 2003)

Tabela 14 – Valores médios de acidez titulável e ácidos clorogênicos totais das amostras de café verde

| Amostra | Acidez Titulável (mL de NaOH 0,1N / 100 g de amostra) | Ácidos Clorogênicos Totais (g /100 g de amostra) |
|---------|--|---|
| 1 | 186,16 ^s ± 0,27 | 6,31 ^{kijh} ± 0,01 |
| 3 | 189,10 ^r ± 0,18 | 5,82 ^{kmL} ± 0,01 |
| 4 | 202,46 ^j ± 0,17 | 6,22 ^{kijh} ± 0,21 |
| 9 | 212,61 ^e ± 0,25 | 8,49 ^a ± 0,17 |
| 10 | 200,19 ^k ± 0,22 | 7,07 ^{dfe} ± 0,14 |
| 13 | 207,48 ^g ± 0,10 | 7,36 ^{de} ± 0,29 |
| 16 | 192,66 ^p ± 0,23 | 7,50 ^{dc} ± 0,11 |
| 17 | 195,83 ^m ± 0,17 | 5,69 ^{mL} ± 0,30 |
| 19 | 213,39 ^{ed} ± 0,26 | 5,60 ^m ± 0,34 |
| 22 | 193,41 ^{po} ± 0,28 | 5,40 ^{mn} ± 0,06 |
| 25 | 209,34 ^f ± 0,30 | 5,67 ^{mL} ± 0,23 |
| 29 | 174,70 ^u ± 0,28 | 5,51 ^m ± 0,28 |
| 30 | 193,28 ^{po} ± 0,32 | 7,18 ^{dfe} ± 0,17 |
| 31 | 190,38 ^q ± 0,14 | 7,95 ^{bc} ± 0,13 |
| 35 | 192,57 ^p ± 0,19 | 6,97 ^{gfe} ± 0,10 |
| 38 | 201,93 ^j ± 0,11 | 6,36 ^{ijh} ± 0,15 |
| 39 | 193,51 ^o ± 0,28 | 7,43 ^{dce} ± 0,11 |
| 43 | 213,82 ^d ± 0,11 | 5,42 ^{mn} ± 0,07 |
| 47 | 230,06 ^a ± 0,16 | 6,17 ^{kijl} ± 0,03 |
| 50 | 186,99 ^s ± 0,15 | 7,90 ^{bc} ± 0,14 |
| 52 | 181,67 ^t ± 0,37 | 5,59 ^m ± 0,15 |
| 53 | 227,23 ^c ± 0,29 | 6,37 ^{ijh} ± 0,08 |
| 55 | 207,05 ^g ± 0,21 | 5,82 ^{kmL} ± 0,10 |
| 56 | 207,87 ^g ± 0,35 | 7,12 ^{dfe} ± 0,21 |
| 57 | 181,28 ^t ± 0,32 | 4,93 ⁿ ± 0,03 |
| 58 | 205,88 ^h ± 0,19 | 6,66 ^{gih} ± 0,24 |
| 62 | 170,90 ^v ± 0,34 | 6,71 ^{gfh} ± 0,18 |
| 82 | 193,73 ^o ± 0,39 | 4,93 ⁿ ± 0,02 |
| 86 | 195,78 ^m ± 0,24 | 6,74 ^{gfh} ± 0,02 |
| 200 | 164,59 ^w ± 0,38 | 6,38 ^{ijh} ± 0,06 |
| 201 | 196,40 ^m ± 0,23 | 6,50 ^{gih} ± 0,02 |
| 202 | 194,71 ⁿ ± 0,34 | 7,10 ^{dfe} ± 0,01 |
| 204 | 228,50 ^b ± 0,31 | 8,39 ^{ba} ± 0,04 |
| 205 | 204,72 ⁱ ± 0,28 | 6,34 ^{kijh} ± 0,30 |
| 206 | 200,19 ^l ± 0,28 | 5,86 ^{kmjl} ± 0,12 |

Média de 3 repetições com 2 determinações cada ± desvio padrão.

Médias com letras similares na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

5.2.2 Avaliação Sensorial das Bebidas das Amostras de Café

5.2.2.1 Avaliação da qualidade das bebidas

As notas da avaliação de qualidade para os atributos aroma, sabor, acidez, sabor residual e qualidade global da bebida estão apresentadas na Tabela 15. As notas do aroma situaram-se na faixa de 5,3 a 7,3 ; para o sabor, as notas variaram de 5,0 a 7,7; para a acidez a faixa de variação foi maior, de 3,3 a 7,0; para o sabor residual as notas variaram de 5,0 a 7,3 e para a qualidade global as notas foram de 5,3 a 7,3; indicando que as amostras possuíam diferentes qualidades, mas estavam acima da qualidade média (nota 4), exceto para acidez. Valores próximos foram encontrados por Mori et al. (2000) ao avaliar cafés de diferentes Estados do Brasil, cujos valores médios qualidade do aroma, sabor, sabor residual e qualidade global foram 4,76; 5,58; 5,12 e 5,49 respectivamente.

As notas elevadas para a maioria dos atributos sensoriais avaliados são consequência da pré-seleção das amostras, pois foram retiradas as bebidas com defeitos (bebida fermentada, com sabor de terra e sabor de mofo) e permaneceram as amostras classificadas como bebida apenas mole e bebida dura.

Além disso, observa-se que apenas algumas amostras tiveram diferenças significativas quanto à qualidade de sabor (amostra 53 foi inferior às amostras 57 e 200, as demais foram semelhantes entre si), sabor residual (amostra 53 foi inferior às amostras 3, 58, 62, 200, 206, as demais foram semelhantes entre si) e acidez (amostra 57 foi inferior às amostras 3, 17, 19, 58, 29, 30, 56, 62, 200 e 206 as demais foram semelhantes entre si) e as amostras não apresentaram diferenças significativas em relação à qualidade de aroma e à qualidade global da bebida. Fato semelhante foi encontrado por Mendonça et al. (2007) na avaliação de atributos sensoriais de 13 amostras finalistas do I Concurso de Qualidade da Serra do Pau D' Alho (MG) cujas notas das avaliações de qualidade global da bebida não apresentaram diferenças significativas e foram maiores que 78 numa escala que variava de 0 a 100.

Na avaliação da qualidade da acidez observou-se uma ampla faixa nas notas das amostras, comparando esses valores com a avaliação do sabor observa-se que a amostra 57 obteve o valor mais baixo para a qualidade da acidez (3,3), embora a qualidade do sabor

tenha sido uma das maiores (7,3). Já para a amostra 200 a nota da qualidade da acidez foi 6,3 e o sabor foi 7,7 (nota máxima para a qualidade do sabor).

Estas colocações dão uma idéia de que na qualidade do sabor da bebida do café, além da acidez, existem outros atributos que contribuem para o sabor, como a doçura e amargor que podem mascarar uma baixa ou média qualidade de acidez, dependendo de sua intensidade na bebida.

É interessante ressaltar que o resultado da qualidade global da bebida nem sempre corresponde à média dos resultados dos demais atributos avaliados, assim a amostra 53 que obteve a nota para qualidade global mais baixa (5,3) das 35 amostras avaliadas não apresentou a menor qualidade da acidez. Situação parecida foi observada para as amostras 62 e 200 que receberam as melhores notas na qualidade global da bebida (7,3) e notas médias para aroma (6,3). Isto acontece porque na avaliação global da bebida avaliam-se também outros atributos tais como o corpo, doçura e balanço entre os atributos, além dos atributos analisados nesse estudo (MORI, 2001). Feria-Morales (2002) menciona que alguns provadores profissionais, podem ser influenciados por conceitos formados ao longo de seu exercício como avaliadores de café ou por sua preferência por um tipo de bebida de café no momento de avaliar a qualidade global da bebida.

Também deve-se destacar que apesar das amostras 57 e 206 terem sido classificadas como bebida apenas mole e as demais amostras como bebida dura, elas tiveram qualidade global e de aroma semelhante as demais amostras. Além disso, a amostra 57 mostrou a menor qualidade de acidez e a amostra 206 um valor elevado. Em relação ao sabor e sabor residual não apresentaram diferenças marcantes em relação as demais.

Tabela 15 – Valores médios das notas de qualidade dos atributos sensoriais das bebidas das amostras de café determinados pela equipe de provadores profissionais (equipe 1)

| Amostra | Aroma | Sabor | Acidez | Sabor residual | Global |
|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 6,7 ^a ± 1,52 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,3 ^a ± 1,53 |
| 3 | 7,0 ^a ± 1,00 | 7,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 1,15 | 7,3 ^a ± 0,58 | 7,3 ^a ± 0,58 |
| 4 | 6,7 ^a ± 1,53 | 6,7 ^{ba} ± 1,00 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 6,3 ^a ± 0,58 |
| 9 | 6,7 ^a ± 1,53 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 5,0 ^{ba} ± 1,53 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,3 ^a ± 1,53 |
| 10 | 6,0 ^a ± 1,00 | 6,3 ^{ba} ± 1,15 | 5,3 ^{ba} ± 1,53 | 6,3 ^{ba} ± 0,57 | 6,3 ^a ± 1,15 |
| 13 | 6,0 ^a ± 1,00 | 6,3 ^{ba} ± 0,57 | 5,3 ^{ba} ± 1,00 | 6,3 ^{ba} ± 0,57 | 6,3 ^a ± 0,57 |
| 16 | 7,3 ^a ± 1,15 | 6,3 ^{ba} ± 0,57 | 5,3 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 0,57 | 6,4 ^a ± 0,57 |
| 17 | 6,7 ^a ± 1,15 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,3 ^a ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 7,0 ^a ± 1,00 |
| 19 | 7,0 ^a ± 1,00 | 6,7 ^{ba} ± 1,53 | 6,3 ^a ± 0,58 | 6,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^a ± 1,15 |
| 22 | 6,0 ^a ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 0,58 | 5,0 ^{ba} ± 1,15 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 5,8 ^a ± 1,15 |
| 25 | 7,3 ^a ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 5,7 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^a ± 0,58 |
| 29 | 6,7 ^a ± 0,58 | 7,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^a ± 0,00 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 7,0 ^a ± 1,00 |
| 30 | 6,7 ^a ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 0,00 | 6,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 1,00 |
| 31 | 6,0 ^a ± 0,58 | 6,0 ^{ba} ± 1,15 | 5,0 ^{ba} ± 1,15 | 6,0 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 0,58 |
| 35 | 5,3 ^a ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,53 | 5,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,53 | 6,3 ^a ± 1,53 |
| 38 | 6,3 ^a ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 1,00 | 4,3 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^a ± 1,15 |
| 39 | 7,0 ^a ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 1,53 | 5,3 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^a ± 1,15 |
| 43 | 6,7 ^a ± 1,00 | 6,7 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^a ± 0,58 |
| 47 | 7,0 ^a ± 1,00 | 6,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,0 ^{ba} ± 0,00 | 6,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 0,58 |
| 50 | 7,3 ^a ± 0,58 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^a ± 1,15 |
| 52 | 6,7 ^a ± 0,58 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,15 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,7 ^a ± 0,58 |
| 53 | 6,0 ^a ± 1,15 | 5,0 ^b ± 1,15 | 4,7 ^{ba} ± 1,15 | 5,0 ^b ± 1,00 | 5,3 ^a ± 1,15 |
| 55 | 6,7 ^a ± 1,52 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 5,7 ^{ba} ± 0,57 | 5,7 ^{ba} ± 1,52 | 6,0 ^a ± 1,00 |
| 56 | 6,3 ^a ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 7,0 ^a ± 1,00 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^a ± 0,58 |
| 57 | 5,7 ^a ± 1,00 | 7,3 ^a ± 1,00 | 3,3 ^b ± 1,15 | 6,3 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^a ± 1,53 |
| 58 | 7,3 ^a ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 5,7 ^{ba} ± 1,15 | 7,3 ^a ± 0,58 | 7,3 ^a ± 0,58 |
| 62 | 6,7 ^a ± 1,15 | 7,3 ^{ba} ± 1,15 | 6,3 ^a ± 1,53 | 7,3 ^a ± 1,00 | 7,3 ^a ± 1,15 |
| 82 | 7,0 ^a ± 1,00 | 7,3 ^{ba} ± 1,15 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 0,58 | 7,0 ^a ± 1,00 |
| 86 | 6,3 ^a ± 1,53 | 6,7 ^{ba} ± 1,53 | 5,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,3 ^a ± 1,53 |
| 200 | 6,3 ^a ± 0,58 | 7,7 ^a ± 0,58 | 6,3 ^a ± 1,15 | 7,3 ^a ± 0,57 | 7,3 ^a ± 0,57 |
| 201 | 6,3 ^a ± 0,58 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 5,3 ^{ba} ± 1,15 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 7,0 ^a ± 1,00 |
| 202 | 7,0 ^a ± 1,00 | 7,0 ^{ba} ± 1,00 | 5,7 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 1,53 | 7,0 ^a ± 1,00 |
| 204 | 6,3 ^a ± 1,53 | 6,3 ^{ba} ± 1,53 | 6,0 ^{ba} ± 1,00 | 6,7 ^{ba} ± 1,53 | 6,7 ^a ± 1,53 |
| 205 | 6,3 ^a ± 1,15 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 5,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,7 ^{ba} ± 1,15 | 6,7 ^a ± 1,15 |
| 206 | 7,0 ^a ± 0,00 | 7,3 ^{ba} ± 0,58 | 6,3 ^a ± 1,15 | 7,3 ^a ± 0,58 | 7,3 ^a ± 0,58 |

Valores médios de três provadores profissionais ± desvio padrão.

1 = Qualidade baixa; 4 = Qualidade média; 8 = Qualidade excelente.

Médias com letras similares, na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

5.2.2.2 Avaliação da intensidade de atributos das bebidas

Os atributos acidez, adstringência e sabor verde da bebida de café foram escolhidos por estarem relacionados com o grau de maturação dos frutos, determinando assim a qualidade da bebida (PUERTA-QUINTERO, 1999; PIMENTA, 2003).

Na Tabela 16, observam-se diferenças significativas entre as amostras para as intensidades dos atributos estudados, sendo que a acidez variou de 4,35 (amostra 47) a 7,95 (amostra 204); a adstringência de 4,11 (amostra 22) a 7,74 (amostra 13) e o sabor verde de 2,61 (amostra 53) a 4,58 (amostra 55). MORI et al. (2000) analisando amostras de diferentes cidades do Brasil encontraram intensidade média de acidez de 3,60 utilizando uma escala de 10 cm. É difícil comparar os resultados encontrados por Mori et al. (2000) com os obtidos nesse trabalho, pois as medidas das intensidades também são função dos padrões de intensidade utilizados no treinamento. As duas amostras classificadas como bebida apenas mole (57 e 206) não se destacaram por diferenças em relação as demais.

Tendo em vista a dificuldade de agrupamento das amostras em relação as médias de intensidade de cada atributo e para ter uma idéia dos perfis das amostras foi realizada uma Análise de Agrupamento cujo dendrograma está apresentado na Figura 10. Nessa Figura considerando o corte na distância 5 resultou em 5 grupos, sendo o primeiro grupo formado pelas amostras: 55, 22, 30, 82 e 3; o segundo grupo formado somente pela amostra 204; o grupo 3 pelas amostras 58, 39, 86, 31, 10, 13, 201, 25, 19 e 9; o quarto grupo pelas amostras 52, 35, 29, 47, 50 e 16 e o quinto grupo formado pelas amostras 205, 43, 53, 206, 4, 62, 38, 57, 17, 56, 202, 200 e 1. As duas amostras (57 e 206) com bebidas apenas mole pertenceram a esse último grupo.

De cada grupo foram calculadas as médias das intensidades dos atributos e graficadas como apresentado na Figura 11.

O grupo 1 apresentou intensidade intermediária de acidez (5,73), adstringência (5,0) e sabor verde (4,31). O grupo 2 caracterizou-se por apresentar elevada acidez (7,95) e adstringência (6,5) com um sabor verde ligeiramente baixo (3,93). O grupo 3 apresentou acidez intermediária (5,92), adstringência pouco elevada (6,44) e sabor verde ligeiramente baixo (3,28). O grupo 4 caracterizou-se por adstringência (5,88) e acidez (5,63) intermediárias e ao mesmo tempo um sabor verde baixo. Já o grupo 5 apresentou acidez (5,63) e adstringência (5,22) intermediárias com um sabor verde fraco (2,96).

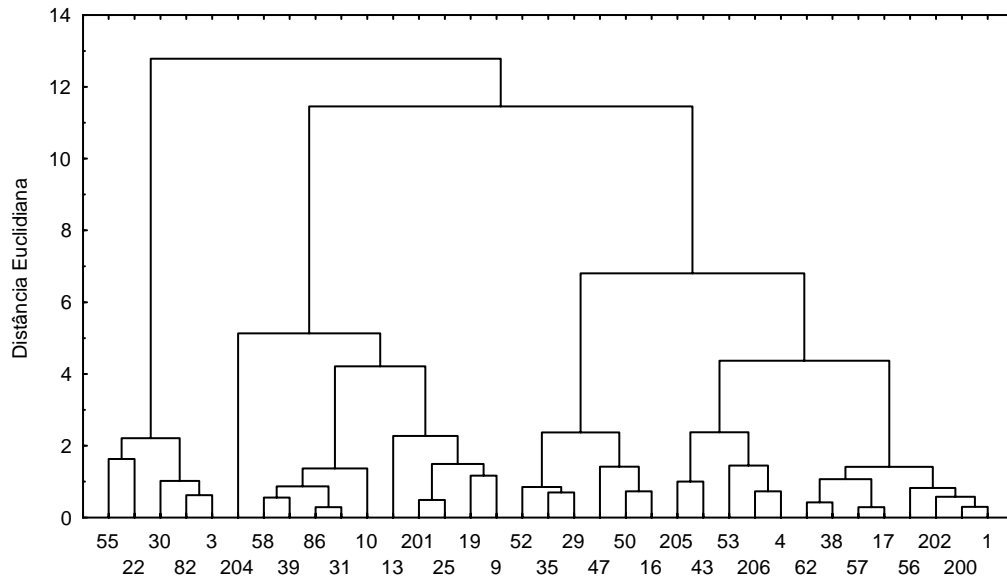
Tabela 16 – Valores médios das intensidades de acidez, adstringência e sabor verde das bebidas das amostras, determinadas pela equipe sensorial 2*

| Amostra | Acidez | Adstringencia | Sabor verde |
|---------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | 5,70 fcebdg ± 0,48 | 5,50 fkjeilhdg ± 0,62 | 3,11 egf ± 0,30 |
| 3 | 5,61 fcebhgd ± 0,74 | 5,15 kjilhmg ± 0,75 | 4,52 a ± 0,64 |
| 4 | 6,20 cbd ± 0,54 | 4,82 knilm ± 0,52 | 3,05 gf ± 0,61 |
| 9 | 6,59 b ± 0,80 | 6,79 ba ± 0,36 | 2,94 g ± 0,60 |
| 10 | 5,45 fcehdg ± 0,76 | 6,48 becd ± 0,45 | 3,85 ebdacf ± 0,88 |
| 13 | 6,23 cbd ± 0,45 | 7,74 a ± 0,38 | 2,77 g ± 0,50 |
| 16 | 5,27 fceihdg ± 0,54 | 6,40 fbeecd ± 0,66 | 3,03 gf ± 0,58 |
| 17 | 5,53 fcebhgd ± 0,75 | 5,28 kjilhg ± 1,13 | 2,98 g ± 0,35 |
| 19 | 6,60 b ± 0,99 | 6,07 fbeichdg ± 0,53 | 3,40 ebdgcf ± 0,74 |
| 22 | 5,66 fcebdg ± 0,89 | 4,11 n ± 0,65 | 4,03 bdac ± 0,50 |
| 25 | 5,98 cbd ± 0,87 | 6,34 fbeecd ± 0,45 | 3,20 edgf ± 0,57 |
| 29 | 4,53 ih ± 0,44 | 5,15 kjilhmg ± 0,57 | 3,09 egf ± 0,52 |
| 30 | 5,63 fcebdg ± 0,66 | 5,81 fbeichdg ± 0,61 | 4,19 bac ± 0,75 |
| 31 | 5,75 dgfceb ± 0,52 | 6,15 fbecdg ± 0,52 | 3,37 ebdgcf ± 0,49 |
| 35 | 4,75 ihg ± 0,69 | 5,60 fkjeichdg ± 1,02 | 2,99 g ± 0,59 |
| 38 | 5,17 feihdg ± 0,63 | 5,81 fbjeichdg ± 0,60 | 2,99 g ± 0,58 |
| 39 | 5,63 fcebdg ± 0,52 | 5,79 fbjeichdg ± 0,88 | 3,41 ebdgcf ± 0,47 |
| 43 | 5,19 feihdg ± 0,48 | 4,51 nlm ± 0,58 | 3,10 egf ± 0,27 |
| 47 | 4,35 i ± 0,62 | 6,35 fbeecd ± 0,46 | 3,01 gf ± 0,17 |
| 50 | 4,85 feihg ± 1,08 | 6,32 fbeecd ± 0,44 | 3,17 egf ± 0,73 |
| 52 | 4,80 fihg ± 0,42 | 5,47 fkjeilh ± 0,62 | 3,26 ebdgcf ± 0,95 |
| 53 | 6,32 cb ± 0,49 | 5,44 fkjilhg ± 0,81 | 2,61 g ± 0,46 |
| 55 | 6,19 cbd ± 0,54 | 4,70 knlm ± 0,79 | 4,58 a ± 0,49 |
| 56 | 5,93 cebd ± 0,82 | 5,63 f ± 0,57 | 3,31 edgf ± 0,60 |
| 57 | 5,44 fcehdg ± 0,45 | 5,09 knjilm ± 0,58 | 2,96 g ± 0,57 |
| 58 | 5,34 fceihdg ± 0,37 | 6,08 fbechdg ± 0,25 | 3,46 ebdgcf ± 0,57 |
| 62 | 5,15 feihdg ± 0,63 | 5,45 fkjilh ± 0,90 | 2,90 g ± 0,65 |
| 82 | 5,54 fcebhgd ± 0,54 | 5,06 knilm ± 0,62 | 4,21 ba ± 0,34 |
| 86 | 5,72 fcebdg ± 0,75 | 6,43 fbeecd ± 0,41 | 3,35 edgcf ± 0,54 |
| 200 | 5,52 fcebhgd ± 0,53 | 5,48 fkjeilh ± 0,39 | 3,07 gf ± 0,70 |
| 201 | 5,86 fcebd ± 0,54 | 6,54 bc ± 0,52 | 3,03 gf ± 0,38 |
| 202 | 5,68 fcebdg ± 0,60 | 5,84 fbeichdg ± 0,72 | 2,91 g ± 0,59 |
| 204 | 7,95 a ± 0,62 | 6,50 bcd ± 0,53 | 3,93 ebdac ± 0,29 |
| 205 | 5,57 fcebhgd ± 0,70 | 4,24 nm ± 0,56 | 2,65 g ± 0,53 |
| 206 | 5,82 fcebdg ± 0,42 | 4,71 knlm ± 0,50 | 2,90 g ± 0,6 |

Médias de 10 provadores treinados ± desvio padrão

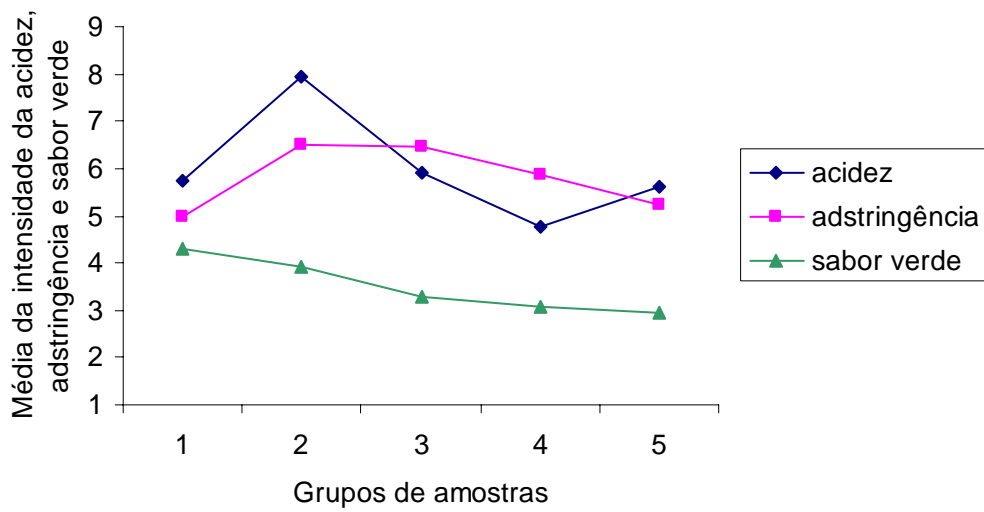
Médias com letras similares na mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

(*) Escala de intensidade de 10 cm (2 = fraca; 8 = intenso).



amostra

Figura 10 – Dendrograma a partir da intensidade da acidez, adstringência e sabor verde para as bebidas das amostras



(*): Amostras por grupo: Grupo 1 (55, 22, 30, 82 ,3); grupo 2 (204); Grupo 3 (58, 39, 86, 31, 10, 13, 201, 25, 19, 9) Grupo 4 (52, 35, 29, 47, 50, 16) e o Grupo 5 (205, 43, 53, 206, 4, 62, 38, 57, 17, 56, 202, 200, 1)

Figura 11 – Média da intensidade (0 a 10) da acidez, adstringência e sabor verde das bebidas de cada grupo de amostra.

5.3 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ESTUDADAS

Na Tabela 17 estão as correlações entre as variáveis de qualidade das bebidas estudadas.

Nota-se que houve correlações significativas entre todas as variáveis de qualidade das bebidas. As maiores correlações e significativas a $p \leq 0,01$ foram entre a qualidade do sabor residual e a qualidade global da bebida (0,92), sabor e sabor residual (0,76) e entre a qualidade do sabor e a qualidade global da bebida global (0,74). Isto demonstra a importância do sabor e sabor residual para a qualidade global da bebida. Embora esta última seja o resumo de todos os atributos, isto é, além dos atributos avaliados estão presentes o corpo, gosto amargo, gosto doce e o balanço dos atributos na bebida. Os menores valores de correlação e significativos a $p \leq 0,05$ foram entre a qualidade do sabor e a qualidade da acidez (0,39) e entre a qualidade do sabor e a qualidade do aroma (0,36). Isto pode significar que no aroma somente percebem-se alguns dos compostos responsáveis pela qualidade do sabor e outros compostos só serão percebidos pelo paladar, sendo que a soma de ambos determinará a qualidade do sabor, assim pode existir ou não correspondência entre a qualidade do aroma e sabor da bebida. Já o menor coeficiente de correlação entre a qualidade de acidez e de sabor nas amostras, significaria que o sabor de café é uma mistura de sabores onde a qualidade da acidez pode ter maior ou menor influência na qualidade do sabor dependendo de outros sabores que possam sobressair e melhorar (doçura) ou piorar (amargor) a qualidade do sabor da bebida.

Não houve correlação significativa entre os atributos sensoriais de qualidade e as intensidades sensoriais de acidez, adstringência e sabor verde.

Tabela 17 – Coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas nas amostras de café

| | AT | ACG | EXP. | P.P | L* | H* | I.Acidez | I.Adstri. | I.Verde | Q.Sabor | Q.Aroma | Q.Acidez | Q.S.Res | Q. Global |
|-----------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------|-----------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| AT | 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| ACG | 0,17 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| EXP. | 0,55** | 0,43* | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| P.P | -0,12 | -0,34* | -0,25 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| L* | 0,28 | -0,06 | 0,22 | -0,48** | 1,00 | | | | | | | | | |
| H* | 0,28 | 0,03 | 0,24 | -0,45** | 0,88** | 1,00 | | | | | | | | |
| I.Acidez | 0,47** | 0,33 | 0,22 | -0,23 | 0,49** | 0,47** | 1,00 | | | | | | | |
| I.Adstri. | 0,19 | 0,63** | 0,36* | -0,18 | -0,28 | -0,13 | 0,20 | 1,00 | | | | | | |
| I.Verde | -0,02 | -0,12 | -0,17 | -0,04 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | -0,13 | 1,00 | | | | | |
| Q.Sabor | -0,63** | -0,40* | -0,46** | 0,20 | -0,24 | -0,33 | -0,29 | -0,24 | 0,12 | 1,00 | | | | |
| Q.Aroma | 0,05 | -0,04 | -0,07 | -0,27 | 0,00 | -0,19 | -0,10 | 0,06 | 0,13 | 0,36* | 1,00 | | | |
| Q.Acidez | -0,07 | -0,05 | -0,25 | -0,29 | -0,08 | -0,12 | -0,04 | -0,09 | 0,20 | 0,39* | 0,48** | 1,00 | | |
| Q.S.Res | -0,39* | -0,08 | -0,19 | 0,03 | -0,34* | -0,43** | -0,19 | -0,02 | -0,01 | 0,76** | 0,47** | 0,54** | 1,00 | |
| Q. Global | -0,39* | -0,07 | -0,30 | -0,09 | -0,25 | -0,37* | -0,15 | -0,02 | 0,02 | 0,74** | 0,49** | 0,64** | 0,92** | 1,00 |

valores com (*) são correlações significativas a $p \leq 0,05$

valores com (**) são correlações significativas a $p \leq 0,01$

AT = Acidez titulável dos grãos verdes; ACG = Ácidos clorogênicos dos grãos verde; EXP = Expansão dos grãos torrados; PP = Perda de peso dos grãos torrados;

L* = Luminosidade dos grãos torrados; H* = tonalidade cromática dos grãos torrados; I. Acidez = Intensidade da acidez da bebida; I. Adstri. = Intensidade da adstringência da bebida; I. S. Verde = Intensidade do sabor verde da bebida; Q. Sabor = Qualidade do sabor da bebida; Q.S. Res = Qualidade do sabor residual da bebida, Q. Aroma = Qualidade do aroma da bebida; Q. Acidez = Qualidade da acidez da bebida; Q. Global = Qualidade global da bebida.

Observou-se um coeficiente de correlação inverso e significativo entre a qualidade do sabor da bebida e a acidez titulável do café verde. Pimenta (2003) verificou que amostras contendo grãos imaturos apresentavam maior acidez que amostras contendo somente grãos maduros. De Castro e Marraccini (2006) estudando a maturação dos grãos observaram que as proteínas e carboidratos são depositados no endosperma à medida que o grão amadurece, e de acordo com Yeretzián et al. (2002) os compostos do endosperma participam das reações de Maillard e Amadori-Heynes que ocorrem durante a torra e transformam-se em outros compostos que darão a cor, o aroma e o sabor da bebida de café. Assim, os grãos maduros apresentam menores porcentagens de ácidos e maiores teores de açúcares e proteínas permitindo a geração de compostos que caracterizam uma bebida boa qualidade de café. Puerta-Quintero (2000) observou que as melhores qualidades da bebida foram para amostras de café colhidas 100 % no ponto cereja e que essa qualidade diminuía com o aumento da porcentagem de grãos verdes nas amostras. Dessa forma, os resultados obtidos se devem a presença de amostras contendo grãos em diferentes estágios de maturação.

Houve uma correlação inversa e significativa entre a concentração dos ácidos clorogênicos no café verde e a qualidade do sabor. Essa correlação, provavelmente, também é resultado da presença de grãos com diferentes graus de maturação em cada amostra. Mazafera (1998) encontrou em frutos verdes maior concentração de fenóis solúveis e ácidos clorogênicos (5ACQ) do que nos frutos maduros. Farah et al. (2006) estudando a qualidade da bebida de café observaram altas concentrações de ácidos clorogênicos (7,02 g/100 g) em amostras de baixa qualidade e menores concentrações (5,78 g/100 g) em amostras de qualidade excelente para torras de café claras e médias.

Observou-se também que a qualidade sensorial da acidez não apresentou correlação linear significativa com a acidez titulável e ácidos clorogênicos totais. Enquanto que, a qualidade do sabor teve uma correlação negativa e significativa com essas variáveis, já a qualidade do sabor residual somente correlacionou-se negativa e significativamente com a acidez titulável. Houve correlação positiva entre todos os atributos sensoriais de qualidade da bebida, sendo que a qualidade global apresentou maior correlação com a qualidade de sabor e sabor residual.

Em relação as medidas físicas nos grãos torrados houve as seguintes correlações inversas e significativas com os atributos sensoriais de qualidade das bebidas: sabor e expansão, sabor residual e os parâmetros da cor (luminosidade e tonalidade cromática) e qualidade global e tonalidade cromática.

Considerando o objetivo do trabalho e a maior correlação significativa entre a qualidade de sabor e as variáveis químicas e físicas, esse atributo sensorial de qualidade foi escolhido como o representante dos atributos de qualidade. Portanto nas análises estatísticas seguintes só a qualidade do sabor foi considerada.

Encontrou-se uma correlação positiva e significativa entre a acidez titulável do grão verde e a intensidade sensorial da acidez. Alcazar et al. (2003) verificaram que ácidos de cadeia curta (cítrico, málico, acético) presentes no café verde também estavam presentes nas bebidas de café embora em menor porcentagem. Leloup et al. (1995) mencionaram que durante a torra os ácidos clorogênicos são degradados a ácido quínico, dentre outros compostos. Assim, a soma dos ácidos que permaneceram e se formaram durante a torra foram percebidos nas bebidas de café avaliadas sensorialmente pela equipe 2.

Houve correlação positiva e significativa entre o teor de ácidos clorogênicos dos grãos verdes e a intensidade sensorial da adstringência. Ohiokpehai et al. (1982) citam que o ácido dicafeoilquínico (diCQA) e ácido cafeoilquínico (ACQ) são reponsáveis pela adstringência nas bebidas de café. Siebert e Chassy (2004) explicaram que a adstringência dos compostos polifenólicos é consequência da reação desses compostos com as proteínas da cavidade bucal, formando complexos insolúveis que diminuem a lubrificação na boca.

A correlação direta e significativa entre a intensidade da acidez e a luminosidade (L^*) no ponto de torra utilizado neste trabalho (média clara) pode significar que a intensidade da acidez sensorial também seria uma função do ponto de torra, fato que coincide com a experiência realizada por Aino e Motoyoshi (2004). Como as amostras apresentaram diferenças significativas de acidez titulável nos grãos verdes (Tabela 14) pode-se pensar que as intensidades da acidez percebidas pela equipe 2 foram consequência da acidez inicial dos grãos verdes conjuntamente com a formada durante a torra (GINZ et al., 2000).

Também houve correlação positiva e significativa entre a expansão e a acidez titulável e ácidos clorogênicos, isto pode ser explicado pela natureza das amostras que possivelmente continham grãos colhidos em diferentes graus de maturação, assim amostras contendo mais grãos imaturos resultariam em alta acidez titulável e altos teores de ácidos clorogênicos (PIMENTA, 2003). De Castro e Marraccini (2006) verificaram que nos grãos imaturos o endosperma é de natureza líquida e que no decorrer da maturação vai endurecendo devido ao acúmulo gradual de proteínas, sacarose e polisacarídeos complexos (arabinogalactanas e galactomananas). Perren et al. (2004) encontraram que os polímeros da parede celular tais como as mananas, arabinogalactanas e celulose limitam a expansão do

grão. Assim, provavelmente, as amostras que menos expandiram durante a torra correspondiam aos grãos maduros e as com maiores expansões foram as amostras contendo grãos com menor grau de maturação e com maior acidez.

Obteve-se coeficiente de correlação significativo e negativo entre a perda de peso e a luminosidade (L^*) e a tonalidade cromática (H^*). Dias (2005) trabalhando com diferentes graus de torra também encontrou uma relação inversa entre esses parâmetros, obtendo um modelo matemático com bom ajuste ($R^2 = 0,83$). Essa correlação é consequência da perda de CO_2 e umidade durante o processo de torra, assim como dos produtos gerados pela reação de Maillard que provoca o escurecimento do grão verde a medida que o processo avança (RODRIGUEZ et al., 2003).

Com os dados sensoriais das bebidas (intensidade dos atributos acidez, adstringência, sabor verde e qualidade do sabor), físicos dos grãos torrados e químicos dos grãos verdes das amostras foi realizada uma Análise de Componentes Principais. As três primeiras componentes explicaram 68,1 % da variação dos dados, sendo que a primeira componente foi responsável por 34,79 % da explicação, a segunda por 21,72 % e a terceira componente por 11,63 %. Os autovalores dessas 3 componentes foram maiores a 1,0 (Tabela 18 e Figura 12).

Na Tabela 18 estão os valores das correlações entre cada variável e as componentes principais e que permitem avaliar a importância de cada uma delas nos componentes. Foi assumido como importante, isto é, como forte contribuição discriminante as correlações iguais ou superiores a 0,6.

Em ordem decrescente, as variáveis qualidade de sabor, acidez titulável, tonalidade cromática, intensidade sensorial de acidez, expansão e luminosidade foram as que mais contribuíram para a explicação da primeira componente. Essas correlações foram negativas, com exceção da qualidade do sabor que foi positiva, e na Figura 12A essas variáveis situaram-se à esquerda e a qualidade do sabor à direita. Dessa forma, as amostras localizadas à esquerda na Figura 12B possuíram maior influência dessas variáveis e as amostras mais a direita foram mais caracterizadas pelo atributo qualidade de sabor.

Para a componente 2, as três principais variáveis em ordem decrescente foram intensidade sensorial da adstringência (correlação positiva), luminosidade (correlação negativa) e os ácidos clorogênicos (correlação positiva) (Tabela 18 e Figura 12A), indicando que amostras localizadas mais acima no eixo vertical (componente 2) (Figura 12B) apresentaram maior influência da intensidade de adstringência e concentração de ácidos

clorogênico, já as amostras localizadas na parte inferior apresentaram maior influência da luminosidade.

Nota-se que a luminosidade mostrou contribuição semelhante tanto para a Componente Principal 1 e 2

Em relação à componente 3 não houve variável com correlação igual ou superior a 0,6, sendo as duas principais a acidez titulável ($r = 0,53$) e a perda de peso ($r = 0,53$), embora a perda de peso também tenha apresentado correlação de 0,57 com a componente 1 (Tabela 18).

Apesar do sabor de grãos imaturos, denominado de sabor acre ou de ranço ou metálico ou insípido, ser indicado na literatura como uma variável que influencia a qualidade de bebida, o sabor verde não apresentou correlação igual ou superior a 0,6 com nenhuma das três primeiras componentes. O sabor verde correlacionou-se somente com a quarta componente, alcançando o valor de $r = 0,7073$, indicando que as amostras estudadas não foram fortemente caracterizadas por esse atributo, pois essa componente explicou apenas 9,94 % da variação dos dados e com autovalor de 0,99.

Verificou-se um comportamento inverso entre a intensidade do sabor verde e a adstringência (Figura 12A), o que pode ser explicado pela presença de sabores associados ao sabor herbáceo, frutado, ou de chá (Williams et al. 1989), que podem ser confundidos com o sabor verde. Estes sabores são resultantes das condições de cultivo (ponto de maturação e colheita, adubação, clima) e podem ocorrer em algumas bebidas de café. As amostras de referência utilizadas durante o treinamento dos provadores possuíam o sabor verde e sabor de café intensos a fim de facilitar a identificação e memorização das intensidades deste atributo.

Na Figura 12A é notada uma correlação inversa entre a qualidade de sabor e intensidade sensorial da acidez, acidez titulável, expansão, ácidos clorogênicos e adstringência, indicando que amostras com qualidade de sabor elevada (57, 200, 29 e 206) apresentaram valores baixos para essas variáveis. Deve-se destacar que as amostras 57 e 206 foram classificadas como tendo bebidas apenas mole.

Tabela 18 – Matriz de correlações das variáveis estudadas com as Componentes Principais 1, 2 e 3

| | CP1 | CP2 | CP3 |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Autovalor | 3,0944 | 2,114 | 1,061 |
| Variável | | | |
| AT | -0,6940 | 0,1341 | 0,5334 |
| ACG | -0,5203 | 0,6027 | -0,4249 |
| EXP. | -0,6629 | 0,3542 | 0,2165 |
| P.P. | 0,5703 | 0,1403 | 0,5335 |
| I.ACIDEZ | -0,6833 | -0,1498 | -0,1000 |
| I.ADSTR | -0,3321 | 0,7369 | -0,3469 |
| I.S.VERDE | -0,0274 | -0,4400 | -0,3080 |
| L* | -0,6487 | -0,6917 | -0,0218 |
| H* | -0,6923 | -0,5921 | -0,0576 |
| Q.SABOR | 0,6957 | -0,2399 | -0,3707 |

AT = Acidez titulável; ACG = Ácidos clorogênicos; EXP = Expansão; PP = Perda de peso; L* = Luminosidade; H* = tonalidade cromática; I. ACIDEZ = Intensidade da acidez; I.ADSTR = Intensidade da adstringência; I. S. VERDE = intensidade do sabor verde; Q.SABOR = Qualidade do sabor

Na mesma Figura observa-se que as amostras 204, 9 e 53 apresentam maior intensidade de acidez, acidez titulável e expansão e baixa qualidade de sabor. As amostras 13,16 e 47 apresentam maior adstringência e teor de ácidos clorogênicos. Enquanto que as amostras 22, 82, 55, 3, 1, 43, 17, 4 e 205 caracterizam-se por apresentar baixa adstringência, altos valores de luminosidade (L*) e tonalidade cromática (H*). As amostras localizadas na região central da Figura 12B foram aquelas que apresentaram valores intermediários nas variáveis estudadas.

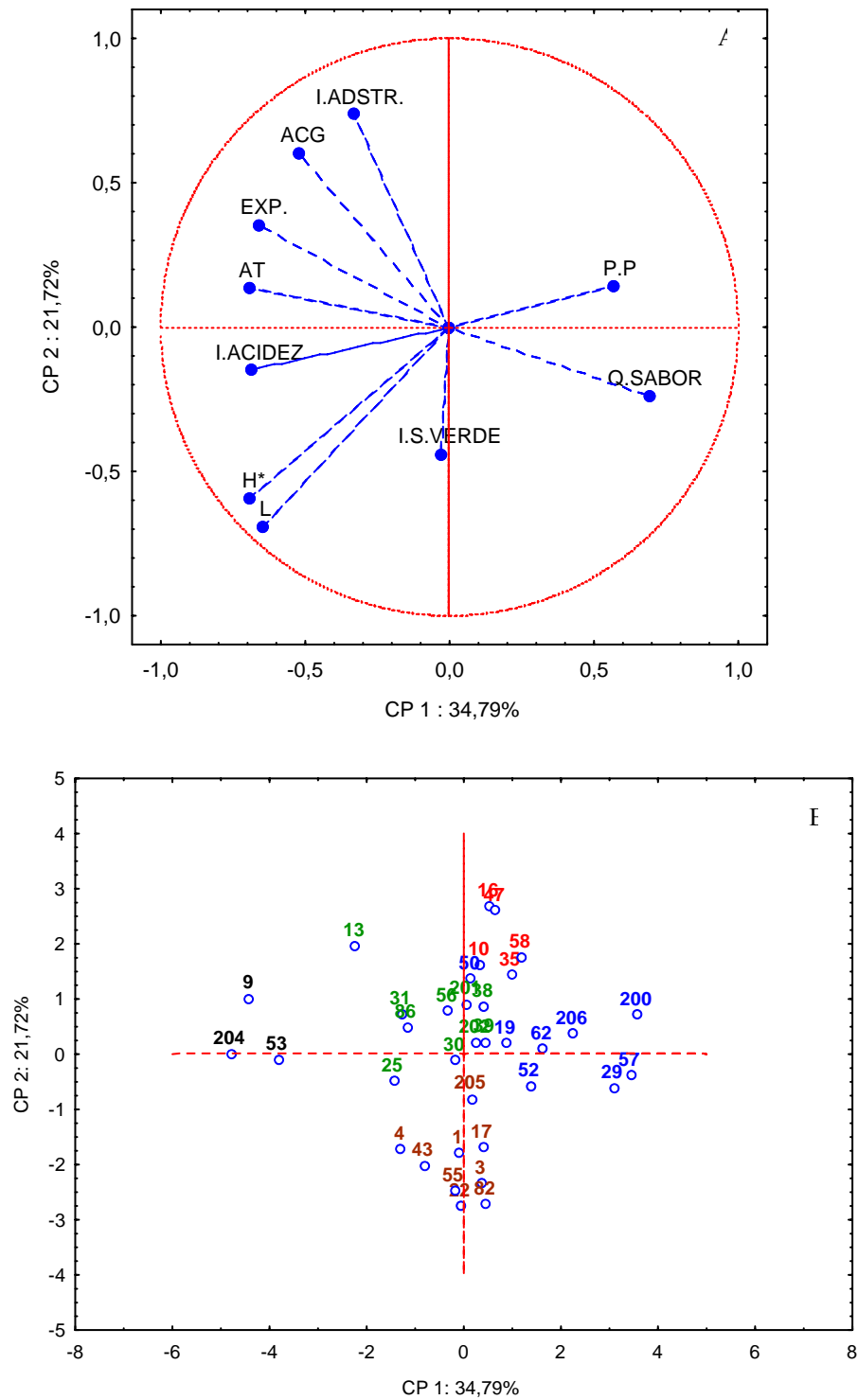


Figura 12 – Projeções dos atributos (A) e das amostras (B) sobre o plano (CP1 x CP2)

Q.Sabor = qualidade do sabor; I.ACIDEZ= intensidade da acidez; I.ADSTR.= intensidade de adstringência; I.S.VERDE = intensidade do sabor verde; ACG = ácidos clorogênicos, EXP = expansão, AT = acidez titulável, H* = tonalidade cromática, L* = luminosidade, PP = perda de peso.

Para complementar a Análise de Componentes Principais foi realizada uma Análise de Agrupamento utilizando as mesmas variáveis, cujo dendrograma está apresentado na Figura 13. Considerando-se um corte no nível 7 tem-se 5 grupos de amostras. Os valores médios de cada variável por grupo estão na Tabela 19. Nota-se uma coerência entre as duas análises.

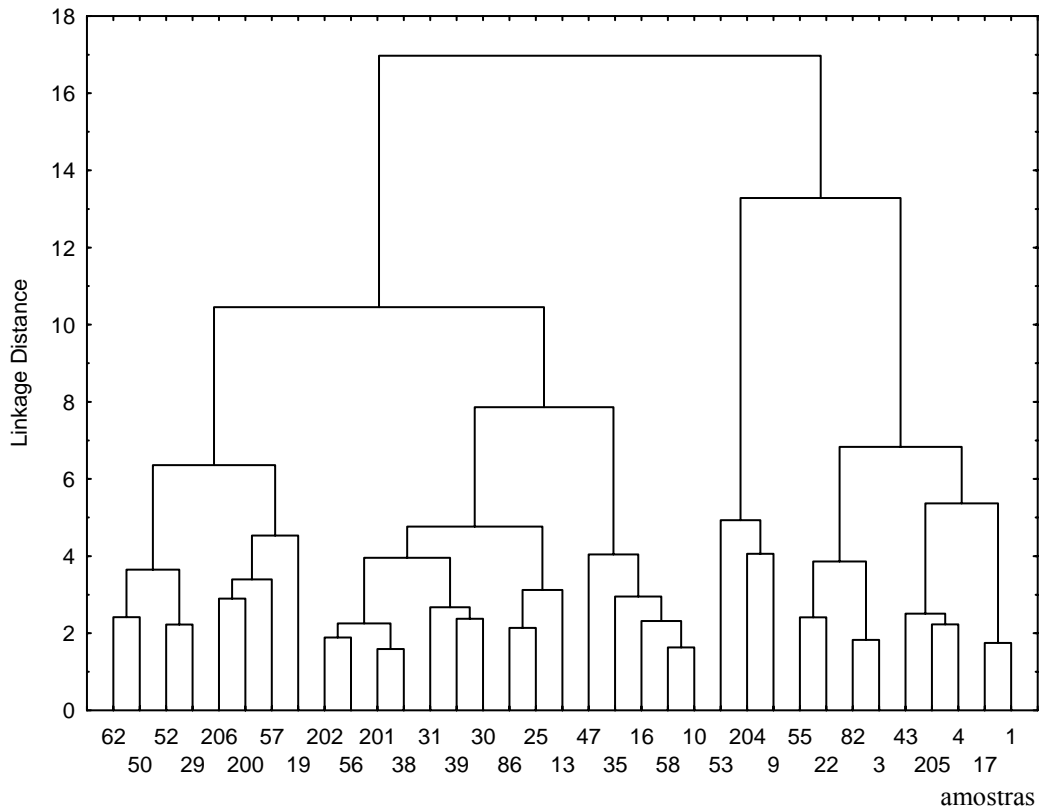


Figura 13 – Dendrograma obtido da Análise de Agrupamento

O primeiro grupo foi formado pelas amostras, 62, 50, 52, 29, 206, 200, 57 e 19, que apresentaram bebidas de elevada qualidade de sabor e grãos verdes com menor acidez e baixo teor de ácidos clorogênicos.

Os grupos 2 (amostras 200, 56, 201, 38, 31, 39, 30, 86, 25 e 13) e 3 (amostras 47, 35, 16, 58 e 10) apresentaram valores intermediários nas variáveis estudadas sendo a única diferença entre eles os parâmetros de cor (luminosidade e tonalidade cromática), assim se o corte fosse feito em uma distância igual a 9 formariam um único grupo.

Tabela 19 – Médias das variáveis químicas, físicas e sensoriais dos grupos de amostras de café resultante da Análise de Agrupamento

| Grupos* | AT | ACG | EXP | PP | I. acidez | I.adstri. | I.S.Verde | L* | H* | Q.Sabor |
|---------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 183,91 ^b ± 15,6 | 6,06 ^{bc} ± 0,9 | 54,73 ^c ± 6,6 | 14,12 ^a ± 0,8 | 5,34 ^b ± 0,7 | 5,50 ^{ab} ± 0,5 | 3,13 ^a ± 0,2 | 27,89 ^c ± 0,6 | 57,64 ^c ± 1,1 | 7,2 ^a ± 0,3 |
| 2 | 199,07 ^b ± 6,9 | 6,94 ^{ab} ± 0,7 | 64,35 ^{ab} ± 6,2 | 13,92 ^a ± 0,5 | 5,76 ^b ± 0,3 | 6,19 ^a ± 0,6 | 3,27 ^a ± 0,4 | 29,04 ^b ± 0,5 | 58,76 ^b ± 0,7 | 6,7 ^b ± 0,3 |
| 3 | 204,27 ^{ab} ± 15,5 | 6,88 ^{abc} ± 0,5 | 62,16 ^{abc} ± 4,2 | 14,08 ^a ± 0,4 | 5,04 ^b ± 0,5 | 6,20 ^a ± 0,4 | 3,28 ^a ± 0,4 | 27,19 ^c ± 0,3 | 56,85 ^c ± 0,7 | 6,3 ^{bc} ± 0,3 |
| 4 | 222,79 ^a ± 8,8 | 7,75 ^a ± 1,2 | 72,91 ^a ± 0,4 | 13,09 ^a ± 0,9 | 6,97 ^a ± 0,9 | 6,20 ^a ± 0,7 | 3,13 ^a ± 0,7 | 30,24 ^a ± 0,0 | 60,77 ^a ± 0,5 | 5,8 ^c ± 0,7 |
| 5 | 198,48 ^b ± 9,1 | 5,78 ^c ± 0,5 | 56,87 ^{bc} ± 7,9 | 13,60 ^a ± 0,5 | 5,69 ^b ± 0,3 | 5,67 ^b ± 0,6 | 3,59 ^a ± 0,7 | 30,05 ^a ± 0,4 | 59,76 ^{ab} ± 0,6 | 6,8 ^{ab} ± 0,4 |

Médias com letras similares, na mesma coluna, não apresentam diferenças significativas entre si a $p \leq 0,05$.

AT = Acidez titulável dos grãos verdes; ACG = Ácidos clorogênicos dos grãos verde; EXP = Expansão dos grãos torrados; PP = Perda de peso dos grãos torrados; L* = Luminosidade dos grãos torrados; H* = tonalidade cromática dos grãos torrados; I. Acidez = Intensidade da acidez; I. Adstri. = Intensidade da adstringência; I. S. Verde = Intensidade do sabor verde; Q. Sabor = Qualidade do sabor.

(*): Amostras por grupo: Grupo 1 (62, 50, 52, 29, 206, 200, 57 e 19); grupo 2 (202, 56, 201, 38, 31, 39, 30, 86,25, e 13); Grupo 3 (47,35,16,58 e 10) Grupo 4 (53, 204 e 9) e o Grupo 5 (55, 22, 82, 3, 43, 205, 4, 17, 1)

O quarto grupo foi composto pelas amostras 53, 204 e 9, apresentando baixa qualidade de sabor e elevadas acidez e concentração de ácidos clorogênicos nos grãos verdes e intensidade de acidez e adstringência nas bebidas.

No quinto grupo estão as amostras 55, 22, 82, 3, 43, 205, 4, 17 e 1, com grãos verdes de baixa acidez e com qualidade elevada de sabor da bebida, porém ligeiramente inferior a do grupo 1

Considerando os estudos de Pimenta (2003) e de Castro e Marraccini (2006) pode-se inferir que no grupo 4 encontram-se as amostras com maiores porcentagens de grãos imaturos, enquanto que nos grupos 1 e 5 estariam as amostras com menor porcentagem de grãos imaturos. Já os grupos 2 e 3 seriam compostos por quantidades de grãos imaturos que estariam entre as quantidades presentes nos grupos 1 e 4.

Devido à correlação significativa da qualidade do sabor com a acidez titulável e a concentração dos ácidos clorogênicos também foi realizada uma Análise de Regressão Linear Múltipla, (Tabela 20), com a finalidade de estabelecer um modelo matemático para a qualidade da bebida de café. Observa-se que o maior efeito negativo para a qualidade de sabor foi da acidez titulável seguida da concentração de ácidos clorogênicos nos grãos verdes. A esse respeito, Pimenta (2003) mencionou que em cafés colhidos imaturos, o teor total de ácidos e de ácidos clorogênicos eram elevados. No presente estudo, provavelmente, as bebidas resultantes de amostras contendo quantidades elevadas de grãos de cafés colhidos imaturos resultaram em bebidas com intensidade de acidez e ou adstringência elevadas e com baixa qualidade de sabor.

O modelo obtido explicou próximo de 50 % da variabilidade dos dados ($p \leq 0,05$) considerando valores de acidez titulável, que oscilaram de 170,90 mL a 230 mL de NaOH/100 g, e valores de ácidos clorogênicos que variaram de 5,40 a 8,49 g/100g (Tabela 14).

Tabela 20 – Estimativa dos efeitos da acidez titulável e teores de ácidos clorogênicos dos grãos verdes na qualidade de sabor da bebida

| Fator | Efeito | Erro Padrão | p |
|-------|----------------|---------------|-----------------|
| AT | -0,0203 | 0,0045 | 0,000082 |
| ACG | -0,1690 | 0,0728 | 0,026708 |

Onde: AT = Acidez titulável; ACG = Ácidos clorogênicos
Coeficiente de determinação $R^2 = 0,49$

CONCLUSÃO

Provedores profissionais que receberam treinamento para avaliar intensidade de atributos na bebida café demonstraram bom desempenho.

Os grãos verdes de cafés da região norte do Paraná, classificados como bebidas apenas mole ou dura, apresentam diferentes teores de ácidos clorogênicos e acidez titulável e resultam em bebidas classificadas sensorialmente em cinco grupos de diferentes intensidades de acidez, adstringência e sabor verde e com diferentes níveis de qualidade de sabor.

Bebidas de alta qualidade originam-se de grãos com acidez titulável e concentração de ácidos clorogênicos reduzidas e que são colhidos no estágio maduro de desenvolvimento.

Cafés de qualidade excelente correspondem a bebidas com baixa intensidade sensorial de acidez e adstringência.

REFERÊNCIAS

ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Guia prático do programa de qualidade do café**. Disponível em <www.abic.com.br>. Acesso em: 19 abr. 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: Análise sensorial dos alimentos. Rio de Janeiro, 1993.

ALCAZAR, A.; FERNANDEZ, P. L.; MARTIN, M. J.; PABLOS, F.; GONZÁLES A.G. Ion chromatographic determination of some organic acids, chloride and phosphate in coffee and tea. **Talanta**, v.61, n.2, p. 95-101, 2003.

A.O.A.C - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12 ed. Arlington: AOAC, 1990.

AINO, K.; MOTOYOSHI, M. Application of a ratio scale to coffee evaluation. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 19., 2001, Trieste. **Proceedings**... Trieste, 2001. cdroom.

AVELINO, J.; PERRIOT, J. J.; GUYOT, B.; PINEDA, C.; DECAZY, F.; CILAS, C. Identifying terroir coffees in Honduras. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 19., 2001, Trieste. **Proceedings**...Trieste, 2001. cdroom.

AZEVEDO DA SILVA, M. A.; DAMÁSIO M. H. **Análise sensorial de alimentos**. CAMPINAS: Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1994. Manual de Laboratório.

BALZER, H. H. Acids in Coffee. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM O. G. **Coffee recent developments**. Oxford: Editorial Blackwell Science. 2001, p 18-22.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado e de café verde**: instrução normativa n. 8 de 11/06/03. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Curso de degustação e classificação de café**. Rio de Janeiro: O ministério, 2003.

BUENAVENTURA-SERRANO, C. E.; CASTAÑO-CASTRILLÓN, J. J. Influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206B en Colombia. **Cenicafe**, v.2, n. 53, p. 119-131, 2002.

CARVALHO, A. **Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee-Chemistry**. Londres: Elsevier, 1989. v.1, p. 153-163.

CLIFFORD, M.N., WIGHT, J. The measurement of feruloylquinic acids and caffeoylquinic acids in coffee beans. Development of the technique and its preliminary application to green coffee beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.27, n.1, p. 73-84, 1976

COLORWARE. Disponível em : <www.colourware.co.uk> Acesso em: 19 mai. 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Estimativa de produção de café do período safra de 2007/2008** . Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 19 abr. 2007.

COSTA, M.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 637-641, 2005.

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

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

DIAS, R. C. E. **Discriminação de espécies de café (Coffea arabica e Coffea canephora) em diferentes graus de torra**. 2005, Tese (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

DUTCOSKY, S. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, Brasil, 1996.

EMPRAPA CAFÉ - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE CAFÉ. **Consórcio brasileiro de pesquisa e desenvolvimento do Café**. Brasília; Ipiranga, 2004

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **A História do café e as suas opções de uso.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2000.

FARAH, A.; MONTEIRO, M.; CALADO, V.; FRANCA, A.; TRUGO, L. Correlation between cup quality and chemical attributes of brazilian coffee. **Food Chemistry**, v.98, n.2, p. 373-380, 2006.

FERIA-MORALES, A. M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, v.13, n.6, p. 355-367, 2002.

FRANCA, A.; MENDOÇA J.; OLIVEIRA S. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities, **Swiss Society of Food Science and Technology**, v. 38, n 7, p. 709-715, 2004

GALLI, V.; BARBAS, C. Capillary electrophoresis for the analysis of short-chain organic acids in coffee. **Journal of Chromatography A**, v. 1032, n. 1-2, p. 299-304, 2004.

GINZ, M.; BALZER, H. H.; BRADBURY, A.G.W.; MAIER, H. G. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting of coffee. **Europa Food Research Technology**, v. 211, n.6, p. 404-410, 2000.

GUTIÉRREZ, M. D.; ORTOLÁ, A.; CHIRALT, P. Análisis por MEB de la porosidad del café tostado. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 15., 1993, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier, 1993, p.661-671.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Café IAPAR 49. Londrina: IAPAR, 1993. Folder.

ISO - INTERNACIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISSO 6668: Café verde: preparação de amostras para análise sensorial.[s.l.], n°6668-1991.junho, 1991.

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acid and sucrose diversity in Wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v.75, n.2, p.223-230, 2001

LELOUP, V.; LOUVRIER, A.; LIARDON, R. Degradation mechanisms of chlorogenic acids during roasting. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 16., 1995, Kyoto. **Proceedings...** kyoto, 1995, p. 192-198.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, v.64, n.4, p. 547-554, 1999.

MENDOÇA, L. M.; PEREIRA R. G.; BORÉM F.; ALMEIDA, S.; GARCIA A. W.; MENDOÇA, J.M. Perfil sensorial de cultivares de café resistentes à ferrugem. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DE BRASIL, 5; 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo cdroom, 2007

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evolution techniques**. 3ed. London: CRC Press, 1999.

MONTAVÓN P; DURUZ, E.; RUMO,G.; PRATZ, G. Evolution of green coffee protein profiles with maturation and relationship to coffee cup quality. **Journal of Agricultura and Food Chemistry**, v.51, n.8, p. 2328-2334, 2003.

MORI, E.E.E., ANJOS, V.D.A, BRAGAGNOLO,N. Monitorando a qualidade do café torrado e moído no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDUSTRIA CAFEERIA. II, 2000. Londrina. **Anais...** Londrina, 2000,cdroom.

MORI, E.E.E. Qualidade como ciência, **Journal do Café**, n.113, p.10-12, jan. 2001.

MUNOZ, A.; CIVILLE, G.; CARR, T. **Sensory evaluation in quality control**. 2 ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

OHIOKPEHAI,O.;BRUMEN, G.; CLIFFORD, M.N. The chlorogenic acids contento f some peculiar green coffee beans and the implications for beverage quality. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 10, 1982, Salvador. **Proceedings...** Salvador, 1982, p. 177-185.

PEREIRA, L.; GALVÃO R.; KOBAYASHI, A.; CAÇÃO, S.; GONZAGA, L. Ethylene production and acc oxidase gene expression during fruit ripening of *Coffe arabica L.* **Brazilian Journal Plant Physiology**. v 17, n.3, p. 283-289, 2005.

PEREIRA, R. G.; VICENTE-NETO J., FRANÇA, A. C., NUNES, C. F., GOMES, C. N.; ALBUQUERQUE, A.; SANTANA, M. T. Avaliação físico química de duas cultivares de café em quatro estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 31; 2005, Espirito Santo. **Anais...** Espirito Santo: Bom Pastor, 2005, p.361-363.

PERREN, R.; GEIGER, R.; SCHENKER, S.; ESCHER, F.. Recent development in coffee roasting technology. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...**Bangalore, 2004, p.451-459.

PIMENTA, J. C. **Qualidade de café**. LAVRAS: UFLA, 2003, Lavras.

PUERTA-QUINTERO, G. I. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. **Cenicafe**, v.50, n.1, p.66-77, 1999.

PUERTA-QUINTERO, G. I. Influencia de los granos colhidos verdes en la calidad física e organoléptica de la bebida. **Cenicafé**, v. 51, n.2, p.136-150, 2000.

RODRIGUES, M.; BORGES M.; FRANCA A.; OLIVEIRA L.; CORRÊA P. Evaluation of physical properties of coffee during roasting. V.5, 2003. Disponível em <<http://cigr-journal.tamu.edu/articles.html>>

ROGERS, W. J. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anion in developing grains from different varieties of Roussta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, v.149, n.2, p. 115-123, 1999.

SAS INSTITUTE, Versão 6.12. Cary: SAS Institute, 1989-1996.

SCRIVEN, F. Two types of sensory panels or are there more? **Journal of Sensory Studies**, v.20, n.6, p. 526-538, 2005.

SIEBERT, K; CHASSY, A. An alternate mechanism for the astringent sensation of acids. **Food Quality and Preference**, v. 15, n 1, p.13-18, 2004

Specialty Coffee Association Americam - SCAA. What is specialty coffee? Disponível em: www.scaa.com. Acesso 19 mai. 2007

STATSOFT. STATISTICA for windows – Computer program manual. Versão 6.0 Tulsa: Statsoft Inc.2001.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 2 ed. London: Academic Press, 1993.

THORN, J. **The coffee companion**: The connoisseur's guide to the world's best brews, Londres: Apple, 1998.

WILLIAMS, A. A.; FERIA-MORALES, A.; KARI, P. Sensory and analytical examination of ground and cup coffee with particular reference to bean maturity. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 13., 1989, Paipa. **Proceedings...** Paipa, 1989, p.83-106.

YATE, D. K.; TUO, S. Contribution a l'amélioration de la qualité du café par le choix d'une torrefaction optimale. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE (ASIC), 16., 1995, Kyoto. **Proceeding...** Kyoto, 1995, p.886-901.

YERETZIAN, C.; JORDAN, A.; BADOUD, R.; LINDINGER, W. From de green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. **European Food Research Technology**, v. 214, n.2, p. 92-104, 2002.