

ROSEMARY GUALBERTO FONSECA ALVARENGA PEREIRA

EFEITO DA INCLUSÃO DE GRÃOS DEFEITUOSOS
NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DO
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) “ESTRITAMENTE MOLE”

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos,
área de concentração Fisiologia Pós-Colheita,
para obtenção do grau de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela



LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga
Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e
qualidade do café (*Coffea arabica* L.) / Rosemary Gualberto Fonseca
Alvarenga Pereira. - Lavras: UFLA, 1997.
96P. : il.

Orientador: Evódio Ribeiro Vilela
Tese (Doutorado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Café - Qualidade. 2. Composição química. 3. Grão - Defeito. 4.
Polifenoxidase. 5. Lixiviação de potássio. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

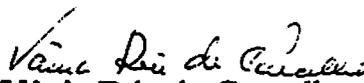
CDD-663.93

ROSEMARY GUALBERTO FONSECA ALVARENGA PEREIRA

**EFEITO DA INCLUSÃO DE GRÃOS DEFETUOSOS
NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DO
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) “ESTRITAMENTE MOLE”**

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos,
área de concentração Fisiologia Pós-Colheita,
para obtenção do grau de Doutor.**

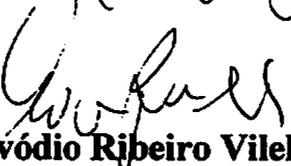
APROVADA em 09 de agosto de 1997


Prof. Vânia Déa de Carvalho
(Co-orientadora)


Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes


Prof. Augusto Ramalho de Moraes


Pesq. Paulo Tácito Gontijo Guimarães


Prof. Evódio Ribeiro Vilela
(Orientador)

*Poderosa é sua força
Insondáveis os teus caminhos.
Sua sabedoria não tem limites.
A Deus, meu Pai e meu grande amigo.*

O F E R E Ç O

*A minha mãe adotiva
Maria Anunciação de Alvarenga
(in memoriam)*

*Ao meu esposo Márcio e
aos meus filhos Diego e Douglas
pelo amor, carinho e compreensão*

*Aos meus pais, Jair e Geni,
aos meus irmãos, à amiga Zizi e a
meus sogros Custódio e Eliana,
pela amizade e incentivo*

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos, especialmente aos professores e funcionários pelo apoio e incentivo.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela confiança na realização deste trabalho no âmbito de sua programação de pesquisa.

Aos professores e amigos Evódio Ribeiro Vilela e Vânia Déa de Carvalho, pela orientação e inestimável dedicação, incentivo e amizade em todos os momentos.

Aos professores do Comitê de Orientação, Augusto Ramalho de Moraes pelas sugestões nas análises estatísticas, Custódio Donizeti dos Santos e Eliana Pinheiro de Carvalho pela colaboração nas análises químicas.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Evódio Ribeiro Vilela, Prof^ª Vânia Déa de Carvalho, Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Prof. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Prof. Augusto Ramalho de Moraes e Prof^ª. Sára Maria Chalfoun de Souza pelas valiosas sugestões.

Aos pesquisadores Sílvio Júlio Rezende Chagas e Laerte Costa, pela amizade e apoio.

Aos laboratoristas Constantina Maria Braga Torres, Sandra Mara Lacerda Silva, Samuel Rosa de Brito, Ismael Alves, Eliane Botelho, Maria Aparecida Correia, Marcelo Ribeiro Malta e, aos graduandos de Agronomia, Karina Fontes

Coelho, Andréa Luiza Ramos Pereira, Rogério Martins e Renilton Joaquim de Mendonça pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Ao doutorando Enilson Barros Silva pela preciosa contribuição nas análises estatísticas e ao colega Rogério Amaro Gonçalves pela colaboração na editoração.

Aos monitores de pós-graduação, Anna Cristina Moura e Rogério Giranda.

A todos os colegas de curso e amigos, pelo convívio, amizade e incentivo.

Ao amigo Marcus Vinícius de Oliveira (*in memoriam*): Deus te retribua pela dedicação, generosidade e amizade durante o nosso convívio.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	<i>vii</i>
LISTA DE FIGURAS.....	<i>ix</i>
RESUMO.....	<i>xii</i>
ABSTRACT.....	<i>xiv</i>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Desenvolvimento fisiológico do grão.....	4
2.2 Aspectos produtivos e qualidade do café.....	5
2.3 Caracterização dos defeitos.....	11
2.4 Composição química dos grãos.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Caracterização do experimento.....	33
3.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	33
3.3 Metodologia analítica.....	35
3.3.1 Preparo das amostras.....	35
3.3.2 Análises físico-químicas e químicas.....	36
3.3.2.1 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	36
3.3.2.2 Compostos fenólicos totais.....	36
3.3.2.3 Lixiviação e porcentagem de perda de potássio.....	37
3.3.2.4 Teor de umidade.....	37
3.3.2.5 Acidez titulável total e pH.....	37
3.3.2.6 Açúcares totais, redutores e não redutores.....	37
3.3.2.7 Proteína total.....	37
3.3.2.8 Extrato etéreo.....	38

3.3.2.9 Fibra bruta.....	38
3.3.2.10 Vitamina C total.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Atividade da enzimática da polifenoloxidase.....	39
4.2 Compostos fenólicos totais.....	45
4.3 Lixiviação e porcentagem de perda de potássio.....	49
4.4 Teor de umidade.....	54
4.5 Acidez titulável total e pH.....	56
4.6 Açúcares totais, redutores e não redutores.....	59
4.7 Proteína total.....	65
4.8 Extrato etéreo.....	68
4.9 Fibra bruta.....	70
4.10 Vitamina C total.....	73
5. CONCLUSÕES.....	75
DISCUSSÃO GERAL.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
APÊNDICE.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Limites e faixas de variação entre diferentes quantidades de defeitos e qualidade dos grãos de café “estritamente mole”.....	43
1A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: umidade (UM), acidez titulável total (ATT), pH, açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) referentes as amostras de grãos de cafés com defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, e suas adições em café de bebida “estritamente mole”.....	93
2A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância das variáveis: umidade (UM), acidez titulável total (ATT), pH, açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) para defeitos “verde”, “ardido” e “preto” e no café “estritamente mole”(controle).....	93
3A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares não redutores (ANR), proteína total (PT), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) referentes as amostras de grãos de cafés com defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, e suas adições em café de bebida “estritamente mole”.....	94
4A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares não redutores (ANR), proteína total (PT), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) para defeitos verde, ardido e preto e em café “estritamente mole”(controle).....	94
5A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: polifenoloxi- dase (PFO), fenólicos totais (FT), vitamina C total (VCT), lixiviação de potássio (LIX) e perda de potássio (PP) referentes as amostras de grãos de cafés com defei- tos “verde”, “ardido” e “preto”, e suas adições em café de bebida “estritamen- te mole”.....	95

6A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: polifenoloxi- dase (PFO),fenólicos totais (FT), vitamina C total (VCT), lixiviação de potássio (LIX) e perda de potássio (PP) para defeitos “verde”, “ardido” e “preto” e um café “estritamente mole”(controle).....	95
7A Valores médios das variáveis analisadas nos grãos de café com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole”(controle).....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Representação gráfica e equações de regressão da atividade enzimática da polifenoloxidase em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.....	40
2 Representação gráfica dos valores de atividade da polifenoloxidase nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....	40
3 Representação gráfica e equações de regressão dos compostos fenólicos totais em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.....	46
4 Representação gráfica dos teores de fenólicos totais nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....	46
5 Representação gráfica e equações de regressão da lixiviação de potássio em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”...	50
6 Representação gráfica dos valores de lixiviação de potássio nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole”(controle).....	50
7 Representação gráfica e equações de regressão da perda de potássio em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.....	51

- 8 Representação gráfica dos valores de perda de potássio nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....51
- 9 Representação gráfica e equações de regressão dos teores de umidade em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”55
- 10 Representação gráfica dos teores médios de umidade nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....55
- 11 Representação gráfica e equações de regressão da acidez titulável total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”57
- 12 Representação gráfica dos valores de acidez titulável total nos grãos com defeito “verde”, “ardido” e “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....57
- 13 Representação gráfica e equações de regressão do pH em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”58
- 14 Representação gráfica dos valores de pH nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....58
- 15 Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares totais em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”60
- 16 Representação gráfica dos teores de açúcares totais nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....60
- 17 Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares redutores em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”61
- 18 Representação gráfica dos teores de açúcares redutores nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....61

- 19 Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares não redutores em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”...62
- 20 Representação gráfica dos teores de açúcares não redutores nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....62
- 21 Representação gráfica e equações de regressão dos teores de proteína total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”66
- 22 Representação gráfica dos teores de proteína total nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....66
- 23 Representação gráfica e equações de regressão do extrato etéreo em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”69
- 24 Representação gráfica dos valores de extrato etéreo nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....69
- 25 Representação gráfica e equações de regressão dos teores de fibra bruta em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” ...71
- 26 Representação gráfica dos teores de fibra bruta nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....71
- 27 Representação gráfica e equações de regressão dos teores de vitamina C total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”74
- 28 Representação gráfica dos teores de vitamina C total nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).....74

RESUMO

PEREIRA, Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga . **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. Lavras: UFLA, 1997, 96 p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos)

O presente trabalho foi realizado em decorrência da demanda de informações sobre a composição química dos grãos defeituosos, a influência dos mesmos na qualidade do café, e da necessidade de consolidação de métodos mais objetivos de avaliação da qualidade como complementação à tradicional “prova de xícara”. Ao café (*Coffea arabica* L.) da cultivar Mundo Novo, oriundo de Patrocínio - MG e classificado como de bebida estritamente mole, foram adicionados grãos com os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, nas seguintes proporções: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% e 30% de cada defeito. Observou-se que a adição de quantidades crescentes dos três tipos de defeitos provocou reduções significativas nos teores de umidade, açúcares totais e açúcares não redutores; constatou-se também aumentos significativos nos valores de fenólicos totais, lixiviação de potássio, porcentagem de perda de potássio, açúcares redutores, proteína total, extrato etéreo, fibra bruta e

* Orientador: Evódio Ribeiro Vilela. Membros da Banca: Evódio Ribeiro Vilela, Vânia Déa de Carvalho, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Augusto Ramalho de Moraes, Paulo Tácito Gontijo Guimarães.

vitamina C total. Os grãos “ardidos” e “pretos”, ocasionaram elevação dos valores de acidez titulável acompanhada por redução de pH, enquanto o defeito “verde” ocasionou um comportamento oposto. Através da tabela de classificação baseada na atividade enzimática da polifenoloxidase, constatou-se que a adição de quantidades crescentes dos três tipos de defeitos reduziu significativamente a qualidade do café de bebida estritamente mole, sendo o defeito “preto” o que ocasionou efeito detrimental à qualidade em maior intensidade. A composição química dos grãos somente “verdes”, “ardidos” e “pretos”, separadamente, foi também investigada e comparada ao café de bebida estritamente mole; constatou-se que a composição química dos três tipos de defeitos diferiu significativamente do café de bebida estritamente mole, para todas as variáveis analisadas.

ABSTRACT

EFFECT OF INCLUSION OF DEFECTIVE BEANS ON CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF “STRICTLY SOFT” COFFEE (*Coffea arabica* L).

This work was conducted to attend the demand for information about chemical composition of the defective beans, and their influence on the coffee quality, and the necessity to consolidate the more objective methods to evaluate quality as a complement of the traditional “cup quality” test. The coffee beans (*Coffea arabica* L.) of the cultivar “Mundo Novo”, from Patrocínio - MG, previously classified as “strictly soft”, were added grains with the defects, immature, sour and black beans, with the proportions: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% of each one. It was observed that the addition of increasing levels of the three defects brought about significant reductions on moisture content, total and non-reducing sugars; it was also verified significant increasing on total phenolics, lixiviation of potassium, potassium losses, reducing sugars, total protein, ethereal extract, raw fiber and total vitamin C. The sour and black beans, elevated the values of titrable acidity and a parallel reduction of the pH, whereas the immature defect showed an opposite behavior than the immature ones. The table for classification, based on the activity of the enzyme polyphenoloxidase, showed that the increasing levels of the three types of defects significantly decreased the quality of the “strictly soft” coffee, the black defect being the one that had the most detrimental effect on the quality.

The chemical composition of the immature, sour and black beans, individually, was also investigated and compared to the “strictly soft”. It was observed that the chemical composition of these defects significantly differed from the “strictly soft” coffee, for the parameters analyzed.

1. INTRODUÇÃO

A exigência de qualidade pelo mercado internacional, bem como o aumento da produção de cafés suaves por outros países como Colômbia e México, podem ser considerados como os principais fatores responsáveis pelo declínio ocorrido nas taxas de exportação do café brasileiro nos últimos anos; porém, a cafeicultura no Brasil ainda permanece como importante fonte de receitas cambiais.

Minas Gerais destaca-se no cenário cafeicultor nacional pela amplitude de suas regiões produtoras e condições climáticas favoráveis ao cultivo do cafeeiro, com conseqüente produção de cafés de boa qualidade. Em 1996, foram produzidas 12,42 milhões de sacas de café beneficiado, sendo que as regiões Sul/Oeste, Jequitinhonha, Mata e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba foram responsáveis pela produção de 6,3; 3,10; 0,22 e 2,8 milhões de sacas, respectivamente (Matiello, 1996).

Devido à competitividade e segmentação do mercado, o consumidor em nível nacional e internacional vem se tornando cada vez mais exigente quanto à qualidade da bebida, a qual encontra-se intrinsecamente relacionada à composição química dos grãos.

→ As condições edafoclimáticas e de condução da lavoura, colheita e secagem dos frutos, processos de beneficiamento e rebeneficiamento, são fatores determinantes da qualidade final do produto. No Brasil, o sistema de colheita predominante consiste na derriça dos frutos quando maduros em sua maioria. Entretanto, devido à desuniformidade de florescimento e maturação, é comum a

colheita de frutos em diferentes estádios de maturação. Este procedimento aliado a condições inadequadas de processamento após a colheita, induzem a modificações bioquímicas indesejáveis, que provocam o aparecimento de grãos defeituosos e ocasionam perdas qualitativas e quantitativas.

O mercado ressenete-se da falta de uniformidade do café brasileiro, que exhibe muitas vezes, características detrimenais à qualidade, atribuídas a presença destes grãos defeituosos. Os principais defeitos recebem a denominação “verde”, “ardido” e “preto” e prejudicam a classificação por tipo, aspecto, cor e bebida, ocasionando assim, redução na cotação comercial deste produto.

Os equipamentos de rebeneficiamento, principalmente as máquinas eletrônicas dotadas de células fotoelétricas, permitem a separação destes defeitos, porém, muitas indústrias de torrefação adquirem cafés que não foram submetidos a este processo. Um outro aspecto a ser considerado é que a avaliação do café produzido pelos cafeicultores é feita inicialmente sem a retirada dos defeitos, o que ocasiona a desvalorização do produto em termos qualitativos e quantitativos.

A Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC), visando o aumento do consumo interno, através de um programa para valorização e proteção da qualidade, procedeu à implementação do “selo de pureza”, adotado por várias torrefadoras, onde são avaliados apenas o grau e tipo de impurezas, como adição de milho, cevada, palha, casca de café, entre outros. Assim, ainda são utilizados grãos defeituosos misturados aos grãos normais por estas empresas.

A qualidade do café transformou-se num aspecto imprescindível para a conquista de novos mercados; o mercado internacional, principalmente europeu e norte-americano tem se sobressaído quanto à busca de consolidação de bebidas e padrões de sabor e aroma, desenvolvendo análises químicas e sensoriais avançadas. Os pesquisadores destes setores, como os membros da Organização Internacional do Café (OIC), enfatizam a necessidade de estudos no Brasil, sobre a caracterização química dos grãos e identificação de compostos prejudiciais à qualidade.

A redução na qualidade da bebida como consequência da presença de grãos defeituosos no café beneficiado, tem sido confirmada em diversos trabalhos. No entanto, a caracterização bioquímica destes defeitos, bem como pesquisas que demonstrem as alterações na composição química destes grãos e o efeito da inclusão dos mesmos aos grãos normais, são escassas.

A precisão da classificação sensorial brasileira tem sido muito questionada por diversos pesquisadores, existindo uma tendência de se considerar a bebida dura pela prova de xícara como valorização máxima do café; este comportamento dificulta as investigações científicas que requerem altos níveis de precisão e confiabilidade.

Estudos exaustivos têm sido realizados na tentativa de correlacionar a composição química dos grãos e a qualidade da bebida, sendo que resultados recentemente obtidos propiciaram a elaboração de uma tabela de classificação objetiva da qualidade, através da atividade da enzima polifenoloxidase. Além disso, tem sido constatada a existência de maior lixiviação de potássio nos piores cafés, como consequência da perda de integridade das membranas celulares destes grãos.

Objetivos
Sabendo-se que a qualidade é um aspecto imprescindível para a conquista de novos mercados, da demanda por pesquisas que caracterizem quimicamente o café brasileiro e visando subsidiar novas investigações científicas, este trabalho teve como objetivos:

- Verificar a influência de quantidades crescentes de inclusão de grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” na composição química do café de bebida estritamente mole.

- Confirmar a redução na qualidade dos grãos através de análises da atividade enzimática da polifenoloxidase e lixiviação de potássio.

- Caracterizar quimicamente os grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” e compará-los ao café de bebida estritamente mole.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Desenvolvimento fisiológico do grão

O cafeeiro é uma planta de porte arbóreo pertencente à família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*, sendo as espécies mais cultivadas a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*. O café arábica por originar bebida de melhor qualidade é produzido em maior escala e alcança melhores preços na comercialização, representando 70 % da produção (Matiello, 1991).

O crescimento e desenvolvimento do fruto de café ocorre em diferentes estádios fisiológicos que dependem de características genóticas e ambientais, sendo citados na literatura cerca de 1 a 5 períodos de crescimento (Salazar-Gutierrez, 1994). Apesar desta variabilidade, há uma concordância entre a maioria dos pesquisadores da ocorrência de um período de crescimento lento de aproximadamente 6 a 8 semanas, seguido por uma fase de expansão rápida que se estende até a 17^a semana (Cannell, 1971; Cannel, 1985; Leon e Fournier, 1962). Segundo Rena e Maestri (1985) o crescimento compreende basicamente cinco fases. A primeira, conhecida por fase chumbinho é um período sem crescimento visível; a segunda, caracteriza-se por um período de expansão rápida do fruto com endurecimento do endocarpo (pergaminho); na terceira, é formado o endosperma (fase final de expansão), na quarta ocorre o endurecimento do endosperma o qual se prolonga até antes da maturação, e na quinta prevalece a maturação.

Na maturação ocorre uma intensificação de reações metabólicas típicas de frutos climatéricos, caracterizada pela mudança visível de coloração dos frutos que

de verdes passam a vermelhos ou amarelos, dependendo da cultivar, aumento de volume do pericarpo e adensamento do endocarpo pela deposição de matéria seca, o que ocasiona acréscimos no peso e tamanho dos frutos (Rena e Maestri, 1985).

Os frutos maduros, por possuírem teores ideais dos constituintes químicos responsáveis pelas características sensoriais desejáveis da bebida, determinam conseqüentemente a época adequada de colheita. No Brasil, o processo de maturação ocorre geralmente nos períodos de março a abril nas regiões mais quentes, podendo alcançar julho e agosto nas regiões mais frias, sendo a colheita efetuada entre abril e setembro, podendo estender-se até meados de dezembro em lavouras da cultivar Catuaí localizadas em regiões muito frias (Matiello, 1991).

2.2 Aspectos produtivos e qualidade do café

O perfil da importância da cultura cafeeira no Brasil se traduz pela sustentação econômica de pequenas, médias e grandes propriedades rurais, e geração de empregos. Em uma concepção mais ampla a economia do café pode ser agrupada basicamente em quatro setores representados pela produção, comercialização, industrialização e consumo (Matiello, 1991).

O setor produtivo envolve os cafeicultores, as fazendas de café e todo o processo de cultivo, colheita e beneficiamento. No contexto da produção mundial total de café em grão beneficiado, o Brasil destacou-se na safra 1995/96 com uma produção estimada em 16,8 milhões de sacas de 60 Kg, cerca de 19% do total mundial (Anuário... 1996), com uma área plantada de 2,26 milhões de hectares, com 1.363 cafeeiros por hectare.

Em Minas Gerais o número de propriedades cafeeiras situa-se em cerca de 67.500, com 1,615 bilhões de pés de café em uma área de 733,7 mil hectares com uma safra de 7,1 milhões de sacas de café beneficiado em 1995, com previsão de um aumento de 5,3 milhões de sacas para a colheita de 1996 (Matiello, 1996).

Apesar da grande representatividade da cafeicultura, os setores envolvidos necessitam ainda de ações políticas e pesquisas que visem o equilíbrio entre os mesmos, aliando rentabilidade à qualidade, a qual deve ser melhor estimulada e regulamentada.

A definição objetiva da qualidade de um produto é dificultada por existir uma relação de dependência do mesmo com o mercado de destino, assumindo o consumidor um papel preponderante neste contexto. De maneira abrangente, pode ser definida como o conjunto de características físicas, sensoriais e químicas que induzem a aceitação do produto pelo consumidor. Atributos de qualidade de um alimento como aparência, sabor, odor, textura, valor nutritivo e segurança, apresentam alta variabilidade em termos de importância, devido as diferentes prioridades de cada segmento da cadeia de comercialização, do produtor ao consumidor. Comerciantes e distribuidores geralmente consideram a aparência como atributo de maior relevância, sendo que os consumidores além dos aspectos externos preocupam-se com as características sensoriais (Chitarra e Chitarra, 1990).

Os atributos de qualidade acima citados, aliados à ausência de defeitos devem ser considerados como aspectos primordiais para a potencialização da comercialização interna e externa do café brasileiro.

No Brasil, as classificações de qualidade mais utilizadas baseiam-se nas características físicas dos grãos (tipo, cor, peneira) e sensoriais da bebida (prova de xícara). A classificação por tipo é feita através da soma do número de defeitos encontrados em amostras de 300 g de café beneficiado, sendo que pela Tabela Oficial Brasileira de Classificação, cada defeito possui sua equivalência e a mesma admite 7 tipos de valores decrescentes de 2 a 8 em termos de qualidade (IBC, 1977).

Apesar dos esforços para redução do número de defeitos no processo de produção e preparo pós-colheita, a média do tipo dos cafés produzidos tem sido inferior ao 7, no entanto, as exigências dos países importadores consistem de cafés do tipo 6 para melhor e alguns do tipo 4 (Carneiro Filho, 1996).

Na separação por peneiras os grãos são classificados segundo as dimensões dos crivos das peneiras que os retêm, numeradas de 12 a 19 para café chato e de 9 a 13 para café moça, possibilitando maior uniformidade durante e após a torração.

A inexistência de uma nomenclatura padronizada para a cor dos grãos de café pode ser atribuída ao número e diversidade de termos empregados para descrevê-la (Lopes, 1988), podendo-se destacar como mais utilizadas as expressões verde-azulado, verde claro, esverdeado, amarelo claro, chumbado, esbranquiçado, entre outras.

A uniformidade da seca e o aspecto (bom, regular ou mal), o sistema de preparo (via seca ou despulpamento) e a torração (fina, boa, regular e má) são também classificações de ordem física, utilizadas nas avaliações de amostras de café. Outras caracterizações comerciais especificam a safra, a área de produção, o porto de embarque, as regiões de produção e os padrões ou marcas tradicionais (Matiello, 1991).

A qualidade do café como bebida depende de vários fatores como: a) composição química dos grãos, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais; b) os métodos de colheita, processamento e armazenamento; c) torração e preparo da bebida; os fatores citados nestes dois últimos itens, modificam a constituição química dos grãos, alterações estas dependentes da composição original dos mesmos.

A diferenciação qualitativa da bebida é realizada por provadores treinados que utilizam a seguinte classificação em ordem decrescente de qualidade da bebida: “estritamente mole”, “mole”, “apenas mole”, “duro”, “riado” e “rio” (IBC, 1977). Deve-se considerar, que a percepção das características sensoriais de um alimento, é um fenômeno complexo dependente da acuracidade do paladar, treinamento dos analistas e conhecimento das particularidades do produto em questão. Com relação ao café, a precisão da tradicional prova de xícara tem sido questionada e investigada através de análises estatísticas (Cortez, 1988), observando-se uma tendência de se

considerar a bebida dura como valorização máxima do café (Chagas, 1994).

As pesquisas têm demonstrado que estes critérios de avaliação isoladamente são insatisfatórios, considerando-se a crescente segmentação e competitividade de mercado, bem como a conscientização dos consumidores em termos de exigência de produtos de melhor qualidade. Em nível internacional, estudos avançados utilizando técnicas e equipamentos mais sofisticados têm possibilitado a identificação de vários compostos responsáveis tanto pelas características de “flavor” desejáveis, como pelos odores e sabores desagradáveis do café.

Existem padrões distintos com relação ao consumo humano quanto à percepção e critérios de seleção de um produto pelas suas características de “flavor”. Quantidade mínimas de determinado componente químico podem ter um impacto representativo sobre as propriedades organolépticas do mesmo, o que vem sendo confirmado em estudos com café.

Spadone, Takeoka e Liardon (1990) comentam que cerca de 20% da produção brasileira de café apresenta o defeito conhecido como “Rio”, considerado um “off-flavor” de sabor e odor desagradáveis, enfatizando que embora o café “Rio” seja há muito conhecido, a causa e origem do mesmo permanecem obscuras, suspeitando-se serem consequências de algum tipo de fermentação. Os autores detectaram em amostras de café “Rio” concentrações de 1-100 ppb de 2,4,6-tricloroanisol, o qual foi descrito através de percepção oral/retronasal como riado, fenólico, terra e mofado.

Dentan (1987) e Vanos (1988) através de observações microscópicas e microbiológicas de grãos de café “Rio” observaram um alto grau de infestação por diversos fungos e bactérias, cogitando sobre a provável transferência de produtos metabólicos dos mesmos para a semente do café.

As variações na qualidade dos grãos de café, são normalmente atribuídas à região de origem, as condições climáticas prevaescentes e aos diferentes métodos de colheita e processamento (Northmore, 1965; Carvalho e Chalfoun, 1985).

No Brasil a época de colheita não é bem definida, ocasionando o aparecimento de grãos em diversos estádios de maturação (Menezes, 1994). Regiões com condições climáticas desfavoráveis onde a colheita é feita por derrça sem os devidos cuidados, originam invariavelmente cafés de bebida dura, riada ou rio. Garruti e Gomes (1961) avaliaram a qualidade da bebida de cafés em diferentes estádios de maturação e preparados por diferentes técnicas, no Vale do Paraíba, por 3 anos consecutivos; foram colhidos frutos verdes, cerejas, secos na árvore e secos no chão, sendo uma parte dos frutos cereja submetida ao despulpamento, tendo sido utilizados também dois cafés conhecidos de bebidas padrão mole e padrão riada. Os autores observaram que sensorialmente as cerejas despolpadas, alcançaram sempre as melhores médias, mas não diferiram estatisticamente da bebida padrão mole e da bebida dos frutos cereja não despolpados; os frutos secos na árvore e os verdes não diferiram entre si nos dois últimos anos, alcançando média de pontos relativa à bebida dura; os frutos colhidos no chão, alcançaram médias equivalentes à bebida rio, exceto no primeiro ano de colheita.

É fato conhecido que os cafés de varrição são qualitativamente inferiores aos grãos cereja e aos colhidos no pano, originando invariavelmente bebida dura ou pior (Krug, 1940). As investigações sobre a origem dos cafés duros datam de 1936, quando foi revelada a existência de micélios de fungos na cavidade de grãos de café. Posteriormente, o isolamento de microorganismos demonstrou que os frutos secos no chão apresentaram maior grau de infestação do que os secos na árvore e aqueles no estádio cereja (Krug, 1947).

A variação da qualidade de cafés oriundos de diferentes locais de cultivo, foi investigada por Krug (1940). O autor constatou a redução na qualidade da bebida com o aumento das porcentagens dos microorganismos isolados encontrados no interior das sementes: para cafés “moles” foram encontrados em média 9,28% de microorganismos, para “apenas mole”, 23,40%, para o grupo “duro”, 44,80% e finalmente para o “rio” um total de 54,50%.

A predominância dos fungos *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Cladosporium* em frutos de café foi constatada por Meirelles (1990), que observou também a maior frequência dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium* nos cafés de varrição.

Através de microscopia eletrônica comum e de varredura, Amorim, Smucker e Pfizter (1976), observaram que os cafés “rio” exibiam paredes celulares mais delgadas, ocupando um menor volume em relação aos cafés de bebida mole, evidenciando a degradação das mesmas durante a colheita ou processamento e armazenamento. Os autores sugerem que compostos indesejáveis provenientes da degeneração das membranas e seus constituintes poderiam ser liberados afetando a qualidade da bebida.

Alves (1996) determinou os principais fungos presentes nos grãos de café de diferentes localidades do Estado de Minas Gerais; o autor constatou que os fungos *Fusarium*, *Aspergillus niger*, *A. ochraceus* e *A. flavus* apresentaram relação com as bebidas de pior qualidade e o fungo *Cladosporium* mostrou-se relacionado aos cafés de melhor bebida. Porém, não se sabe ainda que tipo de influência o *Cladosporium* exerceria na qualidade dos grãos.

Para Chalfoun e Carvalho (1992), os cuidados dispensados ao cafeeiro e seus frutos, da fase pré-colheita à pós-colheita, independem na maioria das vezes de dispêndios financeiros adicionais e sim da realização correta das operações de condução da cultura, colheita e operações subsequentes. Neste contexto, as seguintes medidas devem ser tomadas para que se obtenha um café de melhor qualidade, evitando-se a contaminação por microorganismos e o aparecimento de grãos defeituosos:

- Separação do café colhido no pano do café de varrição evitando assim o comprometimento da bebida.
- Transporte do café para o terreiro de secagem no mesmo dia da colheita, evitando-se fermentações indesejáveis, que poderiam reduzir a qualidade.

- A colheita deve iniciar-se quando houver predominância de frutos maduros, com limite máximo de 5% de grãos verdes que prejudicam tipo, torração e bebida.

- Condução correta da secagem observando-se a capacidade dos terreiros, a altura das camadas de frutos, revolvimento constante, enleiramento, amontoamento, descanso e secagem final. Nos secadores, executar com eficiência o controle da carga e temperatura, evitando-se assim, perdas de peso, quebra de grãos e ocorrência de defeitos como os “preto-verdes” e incidência de fungos no armazenamento.

2.3 Caracterização dos defeitos

Estudos têm demonstrado que os grãos defeituosos no café induzem a perdas qualitativas e quantitativas (Teixeira e Pimentel Gomes, 1970; Teixeira, Pimentel Gomes e Cruz, 1971; Myia et al., 1973/1974). No entanto, poucos produtores e comerciantes apesar do conhecimento do problema, adotam procedimentos para sua minimização.

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca e extrínseca. Os primeiros constituem-se de grãos alterados por condução inadequada de processos agrícolas e beneficiamento ou por modificações de origem fisiológica ou genética, abrangendo os grãos “pretos”, “ardidos”, “verdes”, chochos, mal granados, quebrados e brocados. Os defeitos de natureza extrínseca são representados por elementos estranhos ao café beneficiado como marinheiro, côco, cascas, paus e pedras (Myia et al. 1973/1974).

Os principais defeitos intrínsecos do café recebem a denominação “verde”, “ardido” e “preto”. Pela Tabela Brasileira de Classificação de Café por Tipo, 5 grãos “verdes” equivalem a 1 defeito, 2 grãos “ardidos” a 1 defeito e 1 grão “preto” a 1 defeito. A ocorrência de defeitos tem sido atribuída a diversos fatores como deficiências nutricionais, ataque de microorganismos e elevada umidade relativa do

ar aliada a procedimentos inadequados na colheita e pós-colheita. Assim, lavouras mal adubadas, concorrência de plantas daninhas e ataque de pragas podem originar frutos com má formação, suscetíveis a invasões fúngicas e queda precoce ocasionando fermentações indesejáveis que reduzem a qualidade dos grãos (Bartholo et al. 1989).

O acesso de fungos e bactérias às sementes é possibilitado por injúrias à película dos frutos, causadas principalmente por insetos como a mosca das frutas; estas iniciam a postura quando a coloração evolui de verde para vermelho ou amarelo, atingindo seu desenvolvimento máximo nos grãos cereja, quando migram, deixando na parede dos frutos, orifícios por onde penetrarão microorganismos que provocam a seca e/ou queda dos mesmos (Krug, 1947; Bitancourt, 1957; Carvalho e Chalfoun, 1985).

O defeito “verde” é caracterizado pela cor verde-cana da película prateada da semente, sendo encontrado com maior frequência nos frutos colhidos no estágio verde, mas podendo apresentar-se também nas frações meio maduro, maduro, passa e seco (Carvalho et al. 1970). Investigações relativas ao efeito da época de colheita do café Conillon, sobre o aparecimento de defeitos, demonstraram que a transformação de frutos verdes em defeito “verde” é proporcional ao percentual de colheita destes frutos, mas que frutos aparentemente verdes podem conter sementes fisiologicamente maduras (Silveira e Carvalho, 1996).

Vincent (1968), citado por Myia et al. (1973/1974), conduziu ensaio com o objetivo de analisar o efeito de frutos verdes sobre o aspecto físico e sensorial do café beneficiado, visando determinar a porcentagem máxima de frutos verdes que poderiam ser adicionadas sem afetar a qualidade da bebida. Observou-se que o número de defeitos “verdes” elevou-se linearmente com a porcentagem de frutos verdes, e que, a partir de 60 % a bebida foi qualificada como muito ruim, com notas de flavor referidas como amargo, sujo e fermentado, sugerindo que o conteúdo deste frutos numa mistura não deve exceder 15%. Teixeira et al. (1970) notaram uma

queda progressiva na qualidade da bebida mole após a adição de quantidades crescentes de frutos verdes. Os autores observaram que a bebida de café sem defeito, classificada como “mole”, transformou-se em “apenas mole” após a adição de 15% de verdes, e em bebida dura a partir de acréscimos iguais ou superiores a 40%. A bebida mole parece revelar com maior facilidade qualquer alteração se comparada à bebida dura. Myia et al. (1973/1974) constataram que a presença de 5% de defeito “verde” alterou a bebida mole, enquanto foi necessário a adição de 40% deste defeito para modificar sensivelmente a qualidade da bebida dura.

Deficiências hídricas no decorrer das diferentes etapas do desenvolvimento do fruto e fermentações anormais dos grãos colhidos ou não, podem originar o defeito “ardido”, caracterizado pela cor marrom ou parda do grão (Zuluaga-Vasco, 1990 e German-V, 1973). O grão “ardido” parece constituir uma fase de deterioração do café que no final, possivelmente atingirá a cor preta. Fatores climáticos, a evolução brusca do estágio verde para o seco (seco anormal), o superamadurecimento, ataque de pragas e doenças provocando a queda prematura dos frutos, bem como a permanência de frutos secos no solo ou na planta, propiciam a ocorrência de fermentações e infecções microbianas que originarão cafés de pior qualidade (German-V.,1973; Zuluaga-Vasco, 1990). *ardido*

—, Carvalho et al. (1970) observaram que os grãos “ardidos” apresentaram-se com maior frequência nos frutos secos do chão e decrescentemente, nas frações seco normal, seco anormal, verde, meio maduro, maduro e passa, sugerindo que este defeito não é originário apenas de fermentações anormais.

Estas observações sugerem que embora as fermentações indesejáveis, bem como a incidência de doenças, propiciem o aparecimento do defeito “ardido”, outros mecanismos ainda não elucidados podem estar envolvidos.

Trabalhos relacionados à caracterização química e os compostos indesejáveis presentes nestes defeitos são praticamente inexistentes, tendo sido encontrados apenas estudos sobre a influência dos mesmos na qualidade da bebida avaliada pela

prova de xícara. Teixeira, Pimentel Gomes e Cruz (1971) adicionaram porcentagens relativas a 0,1,2,5,10,15,20,30,40 e 50% de grãos “ardidos” em cafés de bebida mole, observando que a adição de proporções superiores a 15% prejudicaram sensivelmente a bebida. Myia et al. (1973/1974) observaram que em diferentes ligas de café “mole” e “ardido”, houve detecção pelos degustadores com o nível de 5% de adição deste defeito, enquanto foram necessários 20% de “ardidos” para que fossem constatadas alterações na bebida dura.

→ A permanência prolongada de frutos secos no solo ou nos cafeeiros, possibilitam a ocorrência de fermentações e infecções microbianas originando cafés de pior qualidade quanto aos aspectos físicos e sensoriais (Krug, 1940/1947; Meireles, 1990). Neste sentido, o pior defeito encontrado e considerado pelos classificadores como defeito capital é o grão “preto”, cuja equivalência na Tabela de Classificação é de 1:1.

Lazzarini e Moraes (1958) analisaram amostras de cafés de várias regiões do Estado de São Paulo, encontrando 56,7-79,9% de grãos perfeitos e 1,4-10,4% de grãos “pretos”. Através de composições com 0,0; 2,5; 5,0 e 10,0% de grãos “pretos” observou-se que os cafés classificados como “estritamente mole” (0% de defeitos) modificaram-se para “um pouco superior a apenas mole”, “pouco pior que apenas mole” e “quase duro” com a adição de 2,5%, 5% e 10% de defeito “preto”, respectivamente. Para os autores a qualidade da bebida depende da proporção de grãos deteriorados e do grau de deterioração destes grãos, sendo extremamente importante a eliminação dos mesmos.

A influência dos grãos “pretos” na qualidade do café é considerada como a mais intensa, quando comparada ao efeito dos grãos “verdes” e “ardidos”, desde que, diferenças significativas já foram constatadas mesmo em análises subjetivas como a prova de xícara. Estudos conduzidos por Myia et al. (1973/1974) demonstraram que tanto a qualidade da bebida mole como da dura foram alteradas pela adição de 7,5% de defeito “preto”. A adição de 2% originou diferença

significativa nos testes de preferência, com maior nível de aceitabilidade para a bebida padrão mole; com relação à bebida padrão dura, a adição de 4,5% de grãos “pretos” ocasionou também diferença significativa, sendo a primeira a preferida pelos degustadores.

O efeito da adição de grãos “pretos” em ligas com cafés de bebida mole foi investigado por Teixeira et al (1968). Os autores constataram que a adição em níveis crescentes destes grãos resultou num comportamento aproximadamente linear com relação ao prejuízo causado à bebida e que porcentagens iguais ou superiores a 10% modificam sensivelmente a bebida mole transformando-a em dura.

Teixeira et al. (1968) e Myia et al. (1973/74), relataram que em misturas de café “mole” e “preto”, apenas 2% deste defeito modificou negativamente as características da bebida mole, enquanto foram necessários 4,5% para alterar a bebida dura.

2.4 Composição química dos grãos

A qualidade do café como bebida é altamente dependente de suas características de “flavor”, cujo desenvolvimento ocorre através de alterações físicas e químicas durante a torração (Leino, Kaitaranta e Kallio, 1992). Pode-se deduzir assim, que alterações no metabolismo intrínseco dos frutos acarretarão provavelmente, modificações na composição química durante a torração, afetando as propriedades sensoriais da bebida.

Complexos mecanismos bioquímicos encontram-se envolvidos na produção das características de cor, sabor e aroma do café durante a torração como as reações de Maillard e de Strecker, caramelização de açúcares, degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos (Michael Sivetz, 1963; Maria, et al., 1994). Assim, dada a complexa mistura de componentes químicos dos grãos crus e a importância dos mesmos como precursores de substâncias voláteis e não voláteis

formadas durante a torração, diversas pesquisas têm sido conduzidas visando associar composição química e qualidade da bebida.

Fatores genéticos como espécies e variedades aliados às práticas agrícolas, estágio de maturação, tipo de colheita e operações pós-colheita têm sido considerados como os principais fatores responsáveis pela alta variabilidade dos cafés brasileiros em termos qualitativos.

Com relação as espécies, sabe-se que o café arábica apresenta melhor qualidade e concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídeos e trigonelina, sendo que os cafés robustas considerados como de bebida neutra exibem geralmente, maiores teores de compostos fenólicos e cafeína. Os projetos de melhoramento genético, através de cruzamentos com obtenção de novas cultivares, visam principalmente a resistência a doenças e pragas, bem como o aumento de produtividade das plantas, sendo que estudos químicos comparativos dos frutos entre as mesmas são praticamente inexistentes. No entanto, deve-se salientar que os compostos químicos do café cru atuam como precursores de substâncias responsáveis pelo "flavor" e cor dos grãos durante e após a torração, participando de diversas reações de hidrólise, polimerização, entre outras.

A composição química dos grãos nos diferentes estádios de maturação, bem como os cuidados na colheita e secagem dos mesmos determinam o tipo de café a ser obtido. Neste sentido, várias pesquisas tem sido realizadas com o intuito de caracterizar quimicamente o grão de café e correlacionar composição química com a qualidade da bebida. Estes estudos abrangem componentes como açúcares, proteínas, compostos fenólicos, enzimas, lipídeos, bem como umidade, condutividade elétrica dos grãos, lixiviação de potássio, entre outros.

Os frutos de café colhidos por derriça exibem geralmente desuniformidade de maturação e elevados teores de umidade. Segundo Carvalho (1956), os mesmos podem ser classificados como: a) verde - café imaturo com 55-70% de umidade; b) cereja - café maduro com 55-70%; c) passa - café semi-seco com 35-55%; d) bóia -

café semi-seco com 25-30%; e) coquinho - café seco com 25% ou menos.

conclusão
A alta umidade dos grãos, propicia a ação de agentes microbianos, ocasionando fermentações indesejáveis, que alteram o aspecto, sabor e odor do café. Assim, o processo de secagem deve ser iniciado no mesmo dia da colheita, sob condições controladas de operação tanto nos terreiros como nos secadores mecânicos (Bártholo et al., 1989).

Os teores de umidade dos grãos secos recomendados pelo IBC (1977), situam-se entre 11 e 13%, porém já foram observados teores abaixo de 10% em alguns municípios de Minas Gerais, como demonstrado por Chagas (1994).

A secagem excessiva do café em côco ocasiona a quebra durante o beneficiamento e origina prejuízos financeiros, já que o grão 1% mais seco que o normal, representa uma perda de 600 g/saca. Quanto ao grão beneficiado, teores abaixo do limite recomendável implicam também em perda de peso e quebras durante o manuseio, enquanto o excesso de umidade pode favorecer a ocorrência do fenômeno conhecido como branqueamento dos grãos durante o armazenamento, bem como infecção por microorganismos, com conseqüente redução do tempo de estocagem e da qualidade dos mesmos.

Ácidos
Quimicamente, a fração ácida dos grãos de café é constituída predominantemente por ácidos não-voláteis como oxálico, málico, cítrico, tartárico e pirúvico e ácidos voláteis representados pelo ácido acético, propiônico, valérico e butírico (Feldman, Ryder e Kung, 1969; Woodman, 1985). Estes ácidos são originários de diversas vias bioquímicas e da fermentação dos açúcares existentes na polpa e mucilagem dos frutos.

A influência da fermentação da mucilagem sobre a acidificação da semente foi investigada por Calle (1963), que constatou ser a ranhura da semente a principal via de penetração dos ácidos oriundos da fermentação da polpa e mucilagem. Assim, os teores e tipos de ácidos formados nestas camadas parecem alterar a composição original dos grãos, tendo sido observado por Leite (1991) uma redução na acidez

dos grãos como consequência do despulpamento do café cereja.

A composição e quantidade dos precursores do “flavor” tem um efeito dramático na qualidade do café torrado (Maria et al.,1994). Na concepção de diversos autores, durante a torração ocorre a formação e degradação simultânea dos ácidos presentes nos grãos, contribuindo assim, para a composição do aroma e sabor característicos do café torrado sob a forma de bebida.

A acidez da bebida destaca-se como um dos principais aspectos analisados sensorialmente para avaliação da qualidade do café, sabendo-se que sua intensidade varia predominantemente em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos. Neste contexto, deve-se ressaltar que condições climáticas desfavoráveis propiciam a ocorrência de fermentações indesejáveis na mucilagem dos frutos que refletem-se acentuadamente na composição ácida dos mesmos.

Sabe-se que condições anaeróbicas ou a presença de microorganismos propiciam fermentações com produção de álcoois e ácidos como o acético, láctico, propiônico e butírico. A fermentação acética e láctica parecem ser processos metabólicos naturais, porém o manejo inadequado promove uma evolução para as fermentações propiônica e butírica, responsáveis pelo sabor indesejável de cebola e odor desagradável de ranço, respectivamente. Em regiões de clima quente e/ou úmido no período da colheita, como nas proximidades de represas, o período de maturação é mais curto, ocasionando aceleração do processo de mudança do estágio cereja para passa. Assim, as duas fases iniciais de fermentação dos frutos, acética e láctica provavelmente evoluem para as fases propiônica e butírica, originando o sabor rí (Chalfoun, 1996).

As variações na acidez dos grãos de café com a intensificação dos processos de deterioração foram investigadas por Myia et al. (1973/1974), que constataram através da análise de grãos defeituosos os maiores valores para os grãos “pretos”, a seguir para os “ardidos” e os menores para os “verdes”. Abreu, Carvalho e Botrel

(1996) investigaram a influência da adição de quantidades crescentes de defeito “verde” ao café classificado como de bebida estritamente mole, observando uma tendência de aumento da acidez titulável total com a elevação das porcentagens de grãos verdes, constatando diferenças significativas apenas entre 0% e 15% em relação aos valores superiores a 80%. Estes resultados, indicam a necessidade de pesquisas voltadas para a identificação e quantificação individual dos ácidos voláteis e não voláteis presentes nestes defeitos, possibilitando investigações sobre a sua origem e interferência na qualidade da bebida.

Os analistas sensoriais da OIC (International...,1991a), destacam que a acidez desejável da bebida descrita como “acidity” é conferida pelos ácidos málico e cítrico, enquanto o termo “sourness” indica uma acidez imprópria proveniente provavelmente de fermentações excessivas dos frutos. Os membros desta organização avaliando cafés produzidos na região de Poços de Caldas, verificaram maior acidez nos cafés classificados como de bebida dura (International..., 1991b).

A avaliação de frutos de café das cultivares Catuaí e Mundo Novo, colhidos e processados de formas distintas, demonstrou que os frutos secos na árvore apresentaram maior acidez para a primeira cultivar e as cereja processadas tradicionalmente para a segunda, confirmando diferenças entre cultivares cultivadas sob as mesmas condições (Organizacion..., 1992).

Carvalho et al. (1994) visando correlacionar a acidez titulável total dos grãos com qualidade da bebida avaliaram esta variável em cafés classificados como de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, duro, riado e rio. Os autores observaram que excetuando-se as duas primeiras classes, ocorreram diferenças significativas entre as demais e que os cafés de bebida inferior exibiram maior acidez, no entanto, a interposição de faixas de variações da acidez nas diferentes classes impossibilitou a separação destas quanto aos teores de acidez titulável total.

As variações nos teores de acidez titulável dos grãos de café são também atribuídas ao estágio de maturação destes frutos; para Arcila-Pulgarin e Valência-

Aristizabal (1975) os frutos verdes exibem menores valores de acidez titulável que elevam-se durante o processo de maturação, o que foi confirmado por Pimenta (1995) que obteve valores de 247,86, 254,29, 255,00 e 260,71 ml de NaOH 0,1N/100g de café, para os frutos verdes, verde cana, cereja e seco/passa, respectivamente.

Além das modificações na acidez, durante a maturação e senescência bem como nas operações pós colheita, os frutos do cafeeiro sofrem também variações no conteúdo de açúcares, componentes considerados como primordiais no desenvolvimento da cor e sabor do café durante a torração, por serem substrato para reação de Maillard, escurecimento e degradação de Strecker. No período que antecede a maturação, os teores de açúcares totais, redutores e sacarose, permanecem praticamente constantes, elevando-se acentuadamente a seguir, com maior acúmulo de açúcares redutores em relação à sacarose (Rena e Maestri, 1985).

Acúmulos
Para Amorim (1972), não há indícios de que os açúcares exerçam uma influencia direta na qualidade do café. No entanto, deve-se ressaltar que estes carboidratos participam de importantes interações bioquímicas durante a torração, como a reação de Maillard, produzindo compostos que conferem cor e sabor aos grãos torrados, além de inúmeros componentes voláteis que contribuirão para o aroma final da bebida.

O carboidrato encontrado em maior quantidade no grão de café, é a sacarose, cujo teor pode variar de 1,9% a 10% na matéria seca, segundo Navellier (1970), Lockhart (1957), Feldman, Ryder e Kung (1969) e Wolfrom, Plunkett e Laver (1960), citados por Amorim (1972). Os açúcares redutores, representados principalmente pela glicose e frutose, podem estar presentes em proporções variáveis entre 0 e 5% (Tango, 1971; Leite, 1991). Estudos indicam que as variações destes constituintes dependem principalmente da espécie e local de cultivo do cafeeiro, além do estágio de maturação dos frutos. Neste sentido o café arábica parece conter maior quantidade de sacarose do que o robusta, como sugerido

açúcares redutores do estágio cereja para o seco/passa o que foi atribuído ao consumo dos mesmos através de metabolismos anaeróbicos característicos da senescência. Outro aspecto interessante é que não houve constatação de diferença significativa para açúcares totais e não redutores entre os estádios cereja e

por Tressl et al. (1982) e Trugo e Macrae (1982), citados por Trugo (1985))

O local de cultivo e conseqüentemente as condições climáticas parecem exercer algum tipo de efeito sobre os teores de açúcares dos grãos de café. Chagas (1994) obteve para açúcares redutores teores médios de 1,87% em cafés oriundos da região Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, enquanto as amostras do Sul de Minas e Zona da Mata exibiram valores correspondentes a 1,39% e 0,95%, respectivamente; na mesma ordem, os teores de açúcares totais foram de 7,75%, 7,03% e 5,32%. Com relação aos açúcares não redutores os menores teores foram constatados também nas amostras da Zona da Mata; para o autor os menores valores médios destas variáveis para esta região ocorreram provavelmente em função de injúrias mecânicas, microbianas ou fermentativas dos frutos, nas fases pré e/ou pós-colheita. Nas outras duas regiões os fatores climáticos parecem ter propiciado o maior acúmulo de açúcares em decorrência de um amadurecimento normal com menor incidência de processos fermentativos que utilizam os açúcares como substrato.

É válido salientar que os frutos verdes não possuem mucilagem, a qual só é formada quando os mesmos se encontram quase maduros. Esta mucilagem possui cerca de 80% de água e 15% de sólidos dos quais 20% são açúcares, que sob condições inadequadas de manejo ou mesmo no processo de senescência sofrem fermentações detrimenais à qualidade (Carvalho e Chalfoun, 1985). Pimenta (1995) avaliando frutos colhidos nos estádios verde, verde cana, cereja e seco/passa, observou que os grãos de frutos verde e verde cana exibiram os menores valores de açúcares totais, redutores e não redutores. Os valores mais elevados destes constituintes foram constatados nos frutos cereja, confirmando o aumento que ocorre nestes compostos na fase ideal de colheita. Observou-se porém, um decréscimo de açúcares redutores do estágio cereja para o seco/passa o que foi atribuído ao consumo dos mesmos através de metabolismos anaeróbicos característicos da senescência. Outro aspecto interessante é que não houve constatação de diferença significativa para açúcares totais e não redutores entre os estádios cereja e

seco/passa, indicando que mesmo ocorrendo perdas de mucilagem estes compostos mantiveram-se praticamente constantes no interior dos grãos.

A avaliação de frutos verdes, cereja, cereja descascada e bóia pela Unidade Técnica da OIC (Organizacion...,1992), em cafés Catuai e Mundo Novo demonstrou que para a primeira variedade os grãos de frutos imaturos exibiram os menores teores de sacarose e carboidratos totais, sendo os valores mais elevados, obtidos nos frutos cereja. Na variedade Mundo Novo, os cafés imaturos e bóia apresentaram as menores concentrações, sendo as mais elevadas detectadas nos frutos cereja. Na análise sensorial, os aromas floral, frutáceo, ranço e podre, bem como o gosto azedo foram percebidos unicamente nos cafés imaturos, que apresentaram-se também mais amargos e adstringentes em termos de textura oral.

A possibilidade de associação entre qualidade do café e composição química têm sido também investigada quanto ao teor protéico. As proteínas do café encontram-se predominantemente livres no citoplasma ou ligadas a polissacarídeos da parede celular, sendo completamente desnaturadas durante a torração. Quanto à quantidade de proteína total nos grãos crus, resultados divergentes são relatados, podendo-se citar valores entre 9 e 16% encontrados por Fonseca, Gutierrez e Teixeira (1974), Amorim e Josephson (1975) e Bassoli (1992), possivelmente em decorrência de variações relativas à idade e variedade da planta, bem como ao estágio de maturação dos frutos. Deve-se ressaltar, que a determinação do conteúdo protéico com base no nitrogênio total, limita as interpretações por possibilitar a interferência de outros compostos nitrogenados como cafeína, trigonelina, pigmentos, entre outros.

Estudo conduzido por Pimenta (1995), demonstrou diferenças significativas entre os teores de proteína bruta nos grãos de frutos em diferentes estádios de maturação; os frutos verdes exibiram um teor mais elevado, não tendo sido constatadas diferenças entre seco/passa e cereja, nem entre este último estágio e verde cana. Para o autor os maiores valores nos frutos verdes, originaram-se

Carbohydrates
Proteins
Lipids

The following table shows the composition of the human body. The body is composed of various elements and compounds, including water, proteins, lipids, and carbohydrates. The table provides a detailed breakdown of these components and their relative proportions in the body.

The body is composed of approximately 70% water, 15% proteins, 10% lipids, and 5% carbohydrates. These components are essential for the body's structure and function. Water is the most abundant component, followed by proteins, which are the building blocks of the body. Lipids are also important for energy storage and cell membrane structure. Carbohydrates provide a quick source of energy for the body.

The table below shows the composition of the human body in terms of these four main components. The percentages are based on the dry weight of the body, excluding water. This provides a clear comparison of the relative amounts of each component.

The following table shows the composition of the human body. The body is composed of various elements and compounds, including water, proteins, lipids, and carbohydrates. The table provides a detailed breakdown of these components and their relative proportions in the body.

The body is composed of approximately 70% water, 15% proteins, 10% lipids, and 5% carbohydrates. These components are essential for the body's structure and function. Water is the most abundant component, followed by proteins, which are the building blocks of the body. Lipids are also important for energy storage and cell membrane structure. Carbohydrates provide a quick source of energy for the body.

The table below shows the composition of the human body in terms of these four main components. The percentages are based on the dry weight of the body, excluding water. This provides a clear comparison of the relative amounts of each component.

The following table shows the composition of the human body. The body is composed of various elements and compounds, including water, proteins, lipids, and carbohydrates. The table provides a detailed breakdown of these components and their relative proportions in the body.

The body is composed of approximately 70% water, 15% proteins, 10% lipids, and 5% carbohydrates. These components are essential for the body's structure and function. Water is the most abundant component, followed by proteins, which are the building blocks of the body. Lipids are also important for energy storage and cell membrane structure. Carbohydrates provide a quick source of energy for the body.

The table below shows the composition of the human body in terms of these four main components. The percentages are based on the dry weight of the body, excluding water. This provides a clear comparison of the relative amounts of each component.

provavelmente da presença de alguns aminoácidos em maiores concentrações, como serina, alanina, valina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, ácido aminobutírico, lisina, etanolamina e arginina, encontrados por Guyot, Petnga e Vincent (1988) em grãos verdes de café Robusta.

Abreu, Carvalho e Botrel (1996), observaram tendência de aumento nos teores de proteína total com a adição de quantidades crescentes de defeito "verde" ao café classificado como estritamente mole; as diferenças porém, não foram estatisticamente significativas, obtendo-se valores entre 12,56 % e 13,90%. Teores mais elevados desta variável em frutos verdes foram também obtidos pela OIC (1992) em grãos de café Catuai e Mundo Novo em diferentes estádios de maturação.

A associação entre extrato etéreo e qualidade dos grãos e da bebida tem sido também investigada. Estudos indicam que estes compostos, presentes nos grãos crus geralmente, em proporções variáveis de 10 a 18% (Bassoli, 1992), podem sofrer hidrólises e oxidações, em consequência de manejo inadequado antes e durante a colheita, secagem e armazenamento, alterando os aspectos físicos e sensoriais do café. Apesar da existência de pesquisas demonstrando maiores valores para o café arábica em relação ao robusta, bem como uma maior acidificação da gordura do café sob condições inadequadas de conservação dos grãos (Esteves, 1960), pouco se conhece sobre as modificações do extrato etéreo durante a maturação e em grãos defeituosos. Pimenta (1995) obteve para grãos de frutos em diferentes estádios de maturação, valores de 11,90 % para café seco/passa e 16,06% para verde cana, constatando para os frutos cereja e verde teores de 14,61 e 14,42%, respectivamente.

Segundo Amorim (1978), o óleo do café encontra-se concentrado em forma de gotículas localizadas no citossol e distribuído em células de todas as regiões da semente, porém, nos melhores cafés ocorre uma distribuição mais intensa de lipídeos nos bordos externos das sementes. Para o autor, os lipídeos do café atuam durante a torração como uma peneira seletiva, retendo parte dos componentes aromáticos

formados, assim a concentração do óleo nos bordos propiciaria uma melhor retenção do aroma. Considerando que os piores cafés provavelmente já sofreram fermentações e degradação de membranas celulares, possivelmente, alterações no tipo e teor de seus constituintes lipídicos também ocorrerão, como o aumento de ácido graxos livres, mencionado por Jordão et al. (1969/1970). Este aumento de ácidos graxos livres também foi observado por Myia et al. (1973/1974), em cafés de bebida mole (2,24%) e dura (2,42%), bem como no defeitos “verde”, “ardido” e “preto” que apresentaram 3,92, 3,91 e 20,44 % destes ácidos, respectivamente.

Menchu (1966) citado por Oliveira (1972) encontrou correlação entre extrato etéreo e quantidade de fibra crua com a qualidade da bebida; para o autor quanto maior a quantidade de extrato etéreo e menor a de fibra, melhor era o café. No entanto, estudos posteriores não confirmaram esta observação, constatando-se alta variabilidade nos teores destes constituintes, nas regiões avaliadas (Menchu e Ibarra, 1967).

5- A fibra bruta é constituída principalmente de celulose, lignina e hemicelulose, componentes da parede celular responsáveis, principalmente, pela sustentação vegetal, sendo a lignina, muitas vezes, relacionada a mecanismos de defesa da planta como a suberização de feridas em alguns frutos. No entanto, estudos sobre a influência destes polissacarídeos na qualidade, bem como suas alterações nos processos de deterioração, são praticamente inexistentes. A literatura aponta para os grãos crus, alguns valores médios como 15% para hemicelulose, 18% para holocelulose e 2% para lignina (Michael Sivetz, 1963). Merrit et al. (1969) citados por Dart e Nursten (1985) encontraram teores de 36 % de celulose e 2% de lignina. Pimenta (1995) avaliando cafés em diferentes estádios de maturação observou que os cafés colhidos verdes exibiram o maior teor de fibra bruta (13,79%), não constatando diferenças significativas entre os estádios verde cana, cereja e seco/passa, cujos teores variaram entre 11,81 e 12,35%.

Considerando que as injúrias físicas ou fisiológicas desencadeiam mecanismos

enzimáticos, e que diversos fungos secretam enzimas celulolíticas e pectinolíticas durante sua penetração em tecidos injuriados, pode-se supor a provável ocorrência de alterações não apenas na porção fibrosa, mas, também nos constituintes pécticos da parede celular.)

As substâncias pécticas são poligalacturonídeos responsáveis pela manutenção da união entre as células, atuando como material cimentante na lamela média. São constituídas por unidades de ácido galacturônico, cujos grupos carboxílicos podem estar parcialmente esterificados por grupos metil ou totalmente neutralizados por uma ou mais bases. Nos frutos verdes, encontram-se na sua forma insolúvel sendo denominadas protopectinas, as quais são solubilizadas enzimaticamente durante o amadurecimento da maioria dos frutos, fornecendo pectinas ou ácidos pectínicos, com conseqüente amaciamento dos mesmos.

Nos frutos do cafeeiro, a porção de sólidos da mucilagem é composta por 80% de substâncias pécticas e 20% de açúcares. Durante o amadurecimento, esta mucilagem é digerida e liquidificada, nutrindo a semente para a continuidade de seus processos metabólicos e conferindo as mesmas seu sabor característico. Neste processo as cadeias pécticas são gradualmente rompidas por enzimas pectinolíticas, com formação de ácidos e ésteres mais simples e liberação de açúcares. Pimenta (1995) constatou significativas diferenças nos teores de pectina total em grãos de frutos de café colhidos em diferentes estádios de maturação; os valores mais elevados foram apresentados pelos frutos seco/passa e verde cana que não diferiram estatisticamente entre si, sendo os menores teores observados nos frutos verde e cereja, também sem diferença estatística entre os mesmos. Para o autor, estes teores não apresentaram uma tendência de variação definida com o decorrer da maturação, e as variações mais representativas podem ter ocorrido na mucilagem sem refletirem na composição da semente.

Deve-se ressaltar que, o ataque de microorganismos aos frutos na planta ou no solo, potencializado por condições de alta temperatura e umidade, desencadeia

processos fermentativos anormais, com degradação das paredes celulares e produção de compostos indesejáveis (Carvalho e Chalfoun, 1985). Fungos como *Aspergillus sp*, *Cladosporium sp*, *Fusarium sp* e *Penicillium sp* segundo Wosiack (1971), produzem enzimas capazes de degradar os polissacarídeos do extrato da polpa de café.

A degeneração celular é também característica da senescência natural dos frutos, sendo as principais enzimas envolvidas no processo de degradação dos polissacarídeos pécnicos as poligalacturonases e pectinametilesterases. As primeiras denominam-se exo-poligalacturonases quando promovem a quebra gradativa do ácido galacturônico terminal com um grupamento carboxila livre e endo-poligalacturonases quando realizam o rompimento de maneira aleatória, liberando unidades de ácido galacturônico. Ambas atuam apenas após a ação das pectinametilesterases, que catalisam a desmetilação dos ésteres metílicos dos ácidos poligalacturônicos, quando existe pelo menos uma unidade de ácido galacturônico livre do grupo metílico (Hultin e Levine, 1965).

Estudos relacionados à ação destas enzimas nos grãos beneficiados são escassos. Pimenta (1995) observou redução no valores de atividade da pectinametilesterase com o avanço da maturação e variação no comportamento da poligalacturonase, enfatizando a necessidade de maiores investigações sobre a relação entre integridade de membrana, estágio de maturação e comportamento enzimático.

O café à semelhança de outros frutos, têm seu processo de desenvolvimento e maturação caracterizado pela síntese e degradação de diferentes compostos químicos (Carvalho e Chalfoun, 1985). O equilíbrio natural entre estas reações, propiciam no ponto ideal de maturação, grãos com teores adequados das substâncias responsáveis pelas características sensoriais desejáveis da bebida. Assim, pode-se cogitar que a condução inadequada da lavoura, condições ambientais desfavoráveis e invasão de microorganismos poderiam afetar o desenvolvimento fisiológico normal

destes frutos, gerando anormalidades no metabolismo dos mesmos e compostos químicos detrimenais à qualidade. A literatura aponta como principais manifestações físicas e bioquímicas à incidência de injúrias mecânicas ou fisiológicas, além da degradação de paredes celulares, aumento da concentração de fenólicos, síntese de fenilpropanóides, aumento da atividade de enzimas oxidativas, e escurecimento dos tecidos (Brett e Waldron, 1990).

As respostas em nível celular a danos físicos ou stress fisiológico nos grãos de café, encontram-se intrinsecamente relacionadas à polifenoloxidase, que por sua vez, tem sido objeto de intensas investigações na tentativa de associação de sua atividade enzimática com a qualidade da bebida.

A polifenoloxidase é uma enzima cúprica, de grande importância na determinação dos atributos de qualidade de vários frutos e vegetais, principalmente com relação ao escurecimento dos tecidos, por catalisar a oxidação aeróbica dos compostos fenólicos (Amorim e Melo, 1991). Vários pesquisadores têm constatado maiores valores de atividade nos melhores cafés (Amorim e Silva, 1968; Rotemberg e Iachan, 1971; Oliveira, 1972; Carvalho e Chalfoun, 1985). O envolvimento desta enzima parece justificar-se tanto pelas modificações estruturais que ocorrem nos grãos, como pelas interações bioquímicas dos diversos componentes durante os processos de deterioração, que provocariam a degradação de membranas celulares e conseqüentemente, a descompartimentalização estrutural propiciando o contato entre enzima e substrato (Carvalho e Chalfoun, 1985; Leite, 1991; Chagas, 1994; Pimenta, 1995; Chalfoun, 1996).

As polifenoloxidases "in vivo" se encontram ligadas as membranas celulares e já foram detectadas nas diferentes partes dos frutos de café, portanto, danos ocasionados a estas membranas liberariam estas enzimas ativando-as e tornando-as passíveis de reação com substratos fenólicos intra e extra-celulares (Amorim 1978). Esta catálise consiste de dois tipos distintos de reações, ambas envolvendo os compostos fenólicos: hidroxilação de monofenóis gerando o-difenóis e remoção de

hidrogênio destes últimos originado o-quinonas (Zawistowski, Biliaderis e Eskin, 1991). As o-quinonas produzidas exerceriam sobre a PFO uma inibição competitiva através de ligação covalente no sítio ativo da enzima ou nas proximidades do mesmo, ocasionando a redução da atividade enzimática (Whitaker, 1972).

Outro aspecto relevante quanto à relação da polifenoloxidase com a qualidade do café, foi abordado por Amorim e Silva (1968). É fato conhecido que a oxidação de aldeídos confere sabores e odores indesejáveis aos alimentos, porém, os compostos fenólicos têm a capacidade de exercer sobre os aldeídos uma ação protetora antioxidante. Portanto, a ativação das polifenoloxidases como consequência da exposição dos grãos a condições adversas durante e após a colheita, diminuiria a ação protetora dos fenólicos, contribuindo indiretamente para a redução na qualidade da bebida.

O estabelecimento de um método objetivo de avaliação da qualidade do café vem sendo há muito investigado. Neste sentido, as pesquisas indicam uma alta potencialidade da determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase como análise complementar à tradicional prova de xícara (Amorim e Silva, 1968; Rotemberg e Iachan, 1971; German-V., 1972; Chagas, 1991; Carvalho et al. 1994; Pimenta, 1995; Abreu, Carvalho e Botrel, 1996; Chalfoun, 1996).

Carvalho et al. (1994) determinaram a atividade da polifenoloxidase em 380 amostras de cafés beneficiados e classificados como “estritamente mole”, “mole”, “apenas mole”, “riado” e “rio”. Os autores observaram diferenças significativas entre as diferentes classes de bebida constatando decréscimos na atividade com a redução na qualidade da bebida. Ocorreram interposições entre as faixas de atividade para cafés das classes apenas mole com mole e riada com rio; nas demais, as amplitudes de variações foram distintas, permitindo a separação das classes de bebida, segundo a atividade enzimática. A seguinte classificação foi proposta como método químico auxiliar à prova de xícara: café extra fino (bebida estritamente mole) - atividade enzimática superior a 67,66 U/min/g de amostra; fino (bebida mole e apenas mole) -

atividade entre 62,99 e 67,66 U/min/g; aceitável (bebida dura) - atividade de 55,99 a 62,99 U/min/g e não aceitável (bebida riada e rio) - atividade inferior a 55,99 U/min/g de amostra.

Resultados obtidos por Chagas (1994) em cafés de três regiões de Minas Gerais, demonstraram que as amostras de café do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba sobressairam-se como produtoras de cafés finos (bebida mole e apenas mole), com valores médios de atividade da polifenoloxidase de 63,33 U/min/g de amostra. Estes resultados confirmaram citações de Camargo, Santinato e Cortez (1992) sobre a superioridade do café do Cerrado Mineiro e de Leite (1991) que constatou também maior atividade enzimática nas amostras desta região.

A qualidade dos frutos do cafeeiro colhidos em diferentes estádios de maturação foi investigada por Pimenta (1995). O autor obteve valores médios de 54,37 , 63,90 , 68,54 e 66,29 U/min/g de amostra para os grãos verdes, verde cana, cereja e seco passa, respectivamente. A menor atividade observada nos frutos colhidos verdes confirma resultados obtidos por Arcila-Pulgarin e Valencia-Aristizabal (1975) denotando a pior qualidade destes grãos.

Resultados obtidos por Abreu, Carvalho e Botrel (1996) indicaram também uma redução na qualidade do café, através da determinação da atividade da polifenoloxidase, com a adição de defeito "verde". Através da classificação proposta por Carvalho et al. (1994), os cafés enquadraram-se nas seguintes categorias: 5%, 10%, 15% e 20% de defeito "verde" - bebida mole e apenas mole (62,99 a 67,66 U/min/g); 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50% e 55% - bebida dura (55,99 a 62,98 U/min/g) e 60 a 100% (bebida riada ou rio) - inferior a 55,99 U/min/g de amostra.

A qualidade dos cafés do Sul de Minas, baseada na atividade da polifenoloxidase foi avaliada por Chalfoun (1996), tendo sido constatado, que dos cafés analisados, 45,24% enquadraram-se no padrão de bebida dura, 8,73% classificaram-se como mole/apenas mole e 32,54%, estritamente mole. Segundo a autora, o baixo índice de correlação detectado entre os padrões qualitativos da

bebida determinado através da atividade da polifenoloxidase e prova de xícara ($r=0,12$), confirmam observações de Leite (1991), Chagas (1994) e Pimenta (1995), que na prova de xícara tem-se considerado a bebida dura como valorização máxima do café.

A relação entre oxidação de compostos fenólicos por enzimas como a polifenoloxidase tem sido objeto de várias pesquisas. Para Amorim (1978), o mecanismo de oxidação destas substâncias é um dos principais eventos bioquímicos indutores da depreciação da qualidade do café. Nos frutos do cafeeiro estes compostos são considerados como um complexo conhecido como ácidos clorogênicos, geralmente subdivido em grupos de isômeros, baseado no número e tipo de seus resíduos acilantes (Clifford, 1985; Menezes, 1994). Aos fenólicos é atribuída a sensação de adstringência da bebida do café, possivelmente variável em função do tipo e concentração destes compostos. A adstringência é um fenômeno sobre o qual há relativamente pouco conhecimento; sua ocorrência é considerada como uma consequência da precipitação de glicoproteínas salivares, as quais perderiam sua ação lubrificante (Ohiokpehai, Brumen e Clifford, 1982). Baixas concentrações de adstringentes parecem produzir uma sensação aceitável na língua, descrita pela OIC (Organization...,1991b) como “mouthfeel”, sendo os níveis elevados causadores de sensações indesejáveis.

Sabe-se que os cafés arábica têm uma melhor posição comercial em relação ao robusta, com “flavor” mais apreciável. A literatura aponta teores mais elevados de ácido clorogênico para o café robusta quando comparado ao arábica, porém este fato isoladamente não assegura a diferenciação de qualidade entre os mesmos (Feldman, Ryder e Kung, 1969; Clifford e Ramirez-Martinez, 1991).

Em estudos conduzidos por Feldman, Ryder e Kung (1969), constatou-se maior porcentagem de ácido clorogênico para o café “Santos” (5,56%) em relação ao café colombiano (3,77%). Villar e Ferreira (1971) citados por Amorim et al. (1975) encontraram também teores menores de ácido clorogênico total no café

brasileiro considerado como suave quando comparado a outros de qualidade inferior.

Biologicamente, os fenólicos podem atuar como fitoalexinas, agentes antifúngicos, entre outros, sendo conhecido que injúrias mecânicas e químicas causadas por microorganismos afetam o metabolismo vegetal, induzindo a produção de compostos fenólicos. O conteúdo mais alto de ácido clorogênico total nos cafés brasileiros de pior qualidade para Amorim et al (1975), pode ser explicado pelo ataque de *Fusarium* sp. Trabalhos anteriormente realizados por Krug (1940 e 1947), já haviam demonstrado maior infestação deste fungo nos cafés de bebida dura, riada e rio comparado aos classificados nas classes superiores.

Existem evidências que o conteúdo de fenólicos varia também nos diferentes estádios de maturação dos frutos. Carvalho, Chalfoun e Chagas (1989) obtiveram para frutos cereja e mistura de frutos derriçados no pano, teores de 8,37% e 9,66%, respectivamente, sendo o valor mais elevado atribuído à presença de frutos verdes e semi-maturos.

Frutos verdes, verde cana, cereja e seco/passa, exibiram valores médios de 6,51%, 6,63% 5,70% e 5,88%, demonstrando um ligeiro aumento do estágio cereja para o seco/passa (Pimenta, 1995).

Abreu, Carvalho e Botrel (1996) observaram um aumento nos valores médios destes compostos com a adição de níveis crescentes de defeito “verde”, confirmando, relatos de Carvalho et al (1970) e Hulme (1970) que consideram os frutos verdes mais ricos em fenólicos e portanto, com maior adstringência.

Entre os compostos relacionados aos processos oxidativos, o ácido ascórbico destaca-se como um potente antioxidante em diversos produtos vegetais (Robson e Eskin, 1991). No entanto, na literatura não foram encontrados comentários sobre a concentração e comportamento desta vitamina nos grãos de café. Segundo Michael Sivetz (1963), a vitamina C é geralmente adicionada em cafés instantâneos devido a suas propriedades nutricionais e não como agente antioxidante.

Mecanismos complexos e interligados parecem estar envolvidos no processo

de deterioração dos grãos de café, porém, a degeneração das membranas celulares com consequente perda de permeabilidade têm sido consideradas como um dos eventos iniciais responsáveis por estas deteriorações (Amorim, 1978; Berjak e Villiers, 1972; Amorim, Smucker e Pfister, 1976).

Resultados obtidos por Amorim (1978), indicam a possibilidade de ativação das lipases com transformação dos lipídeos, alterando a estrutura das membranas, o que provocaria a liberação das polifenoloxidasas, o desencadeamento de processos oxidativos, com redução da atividade destas enzimas pelas quinonas formadas. Para o autor, os cafés de pior qualidade, apresentam índices mais elevados de lixiviação de íons potássio.

Os testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica, têm se apresentado como indicadores consistentes da integridade de membranas celulares (Amorim, 1978; Prete, 1992 e Pimenta, 1995). Uma alta correlação positiva ($r^2=99\%$) entre lixiviação de potássio e condutividade elétrica dos grãos de café foi obtida por Prete (1992). Segundo o autor, estas variáveis sofrem influência marcante dos defeitos brocados, “verdes”, “ardidos”, “pretos” e “preto-verdes”, representando esta seqüência, uma degradação crescente das membranas celulares.

Diferenças significativas quanto a lixiviação de potássio foram observadas por Pimenta (1995); constatou-se maior lixiviação nos grãos de frutos verdes, seguido pelo seco/passa, verde cana e cereja. Para o autor, os menores valores encontrados para os frutos cereja, devem-se à menor incidência de grãos defeituosos e maior integridade de membranas neste estágio de maturação. Quanto aos frutos verdes que exibiram os maiores índices, cogitou-se a possibilidade destes grãos não possuírem ainda suas membranas bem estruturadas, existindo um alto teor de potássio, mas no interior das células.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

Foram conduzidos dois experimentos utilizando-se 120 kg de grãos de café arábica, cultivar Mundo Novo, beneficiados, previamente classificados como de bebida estritamente mole, provenientes do município de Patrocínio - MG e cerca de 9 kg de grãos com os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”. Para o primeiro experimento, cada tipo destes defeitos foi adicionado ao café isento de grãos defeituosos e impurezas, nas seguintes proporções: 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%. No segundo experimento procedeu-se às análises dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, bem como dos grãos normais separadamente.

As análises físico-químicas e químicas foram realizadas nos seguintes locais: Laboratório de Grãos e Cereais, Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais (Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA), Laboratório de Química no Departamento de Química e no Laboratório de Qualidade de Café “Dr. Alcides de Carvalho” da EPAMIG na Fazenda Experimental de Lavras.

3.2 Delineamento experimental e análise estatística

No primeiro experimento utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 repetições, sendo os tratamentos constituídos pela combinação dos tipos de defeitos (“verdes”, “ardidos” e “pretos”) com as proporções (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%) da mistura dos grãos defeituosos com grãos de café de bebida

“estritamente mole”. As análises de variância foram realizadas segundo um modelo linear adequado para o experimento em esquema fatorial:

$y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ik} + e_{ijk}$ ($i = 1,2,3; j = 1,2,3; k = 1,2,\dots,7$) onde: y_{ijk} é o valor observado no tipo de defeito i , na proporção k e na repetição j ; m é a média geral; α_i é o efeito do tipo de defeito i ; β_k é o efeito da proporção k ; δ_{ik} é o efeito da interação tipo de defeito x proporções; e_{ijk} é o erro experimental. Usou-se o seguinte esquema de análise de variância:

Fonte de variação	G.L.
(Tratamentos)	(20)
Tipos de defeitos	2
Proporções	6
Tipos x proporções	12
Resíduo	42
Total	62

Quando os efeitos de proporção e da interação foram significativos ($P < 0,05$) efetuou-se o desdobramento dos graus de liberdade de proporção e de proporção dentro de cada tipo de defeito, através de regressão polinomial, estudando as características químicas e qualitativas em função das proporções de mistura, verificando-se a significância das regressões através do teste F; utilizou-se o teste de Tukey (5%) para a comparação dos defeitos.

Para o segundo experimento utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições, sendo os tratamentos constituídos por: café “estritamente mole”, e grãos totalmente “verdes”, “ardidos” e “pretos”. O modelo linear para este experimento é $y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$, sendo y_{ij} os valores obtidos das variáveis do i -ésimo tratamento ($i = 1,2,3,4$) e j -ésima repetição ($j = 1,2,\dots,6$), m é a

média geral, t_i é o efeito do i -ésimo tratamento e e_{ij} é o efeito do erro experimental, cujo esquema de análise de varância é:

Fonte de variação	G.L.
Tratamentos	3
Resíduo	20
Total	23

Utilizou-se o teste de Tukey (5%) para a comparação entre os tratamentos: grãos normais e grãos defeituosos.

Os resumos das análises de variância para os dois experimentos encontram-se no Apêndice. Para representação gráfica do comportamento das variáveis analisadas no primeiro experimento, optou-se pela união dos pontos correspondentes aos valores observados, quando os coeficientes de determinação (R^2) apresentaram-se inferiores a 70%. Para o segundo experimento, foram utilizados histogramas, cujos valores numéricos de todas as variáveis, encontram-se também no Apêndice.

3.3 Metodologia analítica

3.3.1 Preparo das amostras

Para o primeiro experimento, inicialmente foram retirados todos os defeitos intrínsecos e extrínsecos do café de bebida estritamente mole e a seguir, todo o café foi submetido à peneiragem, selecionando-se apenas os grãos retidos e superiores à peneira 14. Os defeitos obtidos em Cooperativas de Patrocínio e Santo Antônio do Amparo foram também submetidos a uma seleção criteriosa de acordo com as características peculiares de cada tipo. A seguir, através de pesagem em balança eletrônica foram feitas as adições das diferentes quantidades de defeitos; por exemplo,

para o nível 5% foram pesados 95g de café estritamente mole e 5 g de cada defeito, e assim, sucessivamente para todos os níveis de adição, em cada uma das três repetições.

Para o segundo experimento foram pesados também, separadamente, 300 g de cada tipo de defeito, ou seja, grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” e também a mesma quantidade de grãos normais.

As amostras obtidas para os dois experimentos foram moídas em moinho tipo Croton Mod.-TE 580 utilizando-se peneira de 30 mesh, com o máximo cuidado, evitando-se perdas. Foram separadas amostras de grãos normais e defeituosos antes da moagem para as análises de lixiviação de potássio.

3.3.2 Análises físico-químicas e químicas

3.3.2.1 Atividade enzimática da polifenoloxidase

O extrato enzimático foi obtido através de adaptação do processo de extração descrito por Draetta e Lima (1976). Foram pesados 5 g da amostra de café moído adicionando-se a seguir, 40 ml de tampão fosfato de potássio 0,1 M pH 6,0 e agitando-se por 5 min; todo material utilizado foi mantido gelado. Após a agitação, as amostras foram submetidas à filtração à vácuo utilizando-se papel Whatman nº 1.

A atividade enzimática foi determinada pelo método descrito por Ponting e Josling (1948), utilizando-se extrato de amostra sem DOPA como branco.

3.3.2.2 Compostos fenólicos totais

Foram extraídos pelo método de Goldstein e Swain (1963) utilizando metanol (50%) como extrator e identificados pelo método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

3.3.2.3 Lixiviação e porcentagem de perda de potássio

A determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama Digimed NK - 2002 após 3,5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992).

A porcentagem de perda de potássio foi obtida dividindo-se a quantidade de potássio lixiviado (ppm) pelo teor de potássio (%) dos grãos multiplicados por 100.

3.3.2.4 Teor de umidade

Foi determinada através da secagem em estufa (105 °C) com circulação de ar até obtenção de peso constante.

3.3.2.5 Acidez titulável e pH

Foram realizados segundo técnicas da AOAC (1990).

3.3.2.6 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

3.3.2.7 Proteína total

Determinada pelo método Micro-Kjeldahl descrito pela AOAC (1990).

3.3.2.8. Extrato etéreo

Foi determinado por extração com éter etílico em aparelho do tipo Soxhlet, segundo AOAC (1990).

3.3.2.9 Fibra bruta

Através de hidrólise ácida, segundo Van de Kamer e Van Ginkel (1952).

3.3.2.10 Vitamina C total

Determinada pelo método colorimétrico de Roe e Kueter citados por Strohecker e Hemming (1967).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se para o primeiro experimento efeitos altamente significativos dos tratamentos para todas as variáveis analisadas, o que sugere um comportamento diferenciado da inclusão de diferentes quantidades dos três tipos de defeitos ao café de bebida estritamente mole.

O comportamento das mesmas variáveis no segundo experimento, onde foram comparados os grãos normais com os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, mostrou-se também com elevados índices de significância.

4.1 Atividade da enzimática da polifenoloxidase

As curvas e equações de regressão entre atividade de polifenoloxidase e porcentagem de defeitos para cada tipo de defeito, encontram-se na Figura 1. Os valores médios desta variável no café considerado como controle e nos grãos defeituosos estão representados na Figura 2.

Observa-se pela Figura 1 que houve uma redução significativa ($P < 0,01$) nos valores de atividade enzimática com o aumento dos níveis de inclusão dos três tipos de defeitos. Segundo a tabela de classificação proposta por Carvalho et al. (1994), pode-se notar que o café sem defeitos (controle) enquadrou-se na classe de cafés “estritamente moles” (extra-finos), apresentando atividade superior a 67,66 U/min/g

Na curva que representa a adição de defeito “verde”, nota-se que houve uma redução linear da atividade enzimática e conseqüentemente da qualidade, pois o café

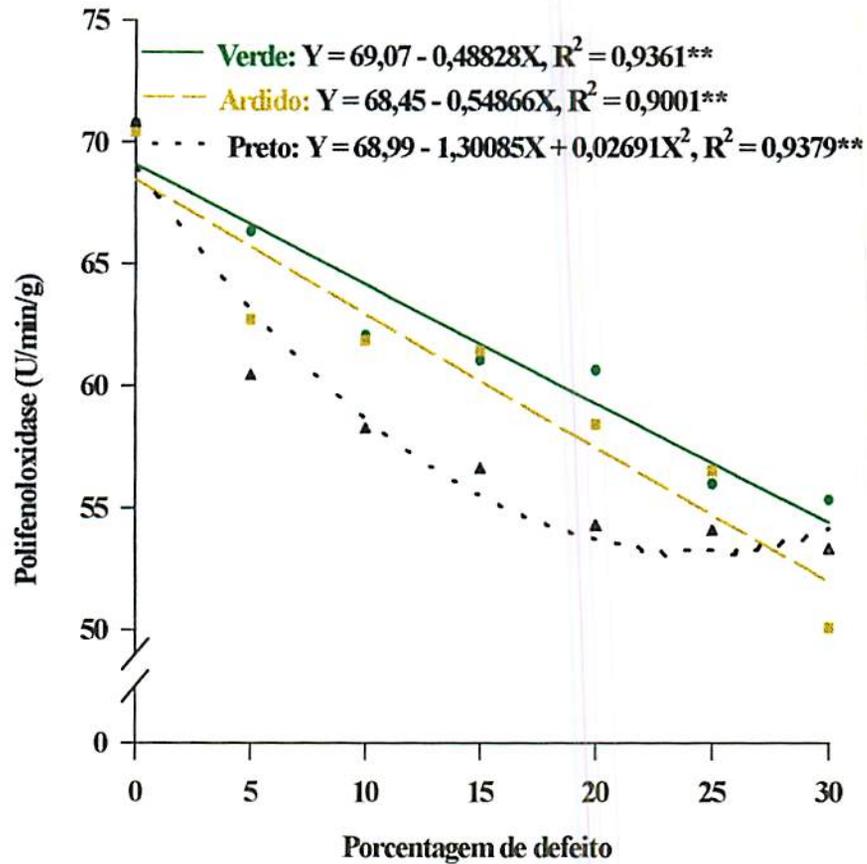


FIGURA 1. Representação gráfica e equações de regressão da atividade enzimática da polifenoloxidase em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

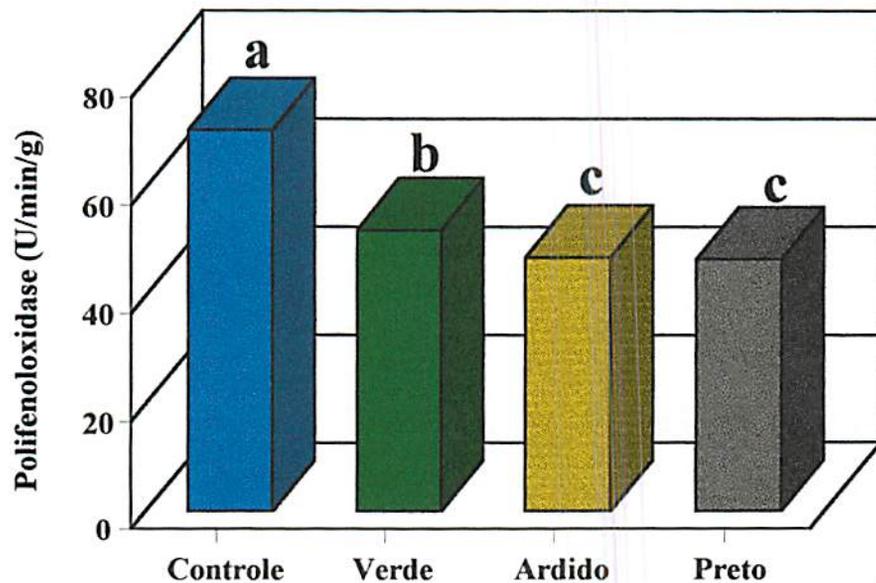


FIGURA 2. Representação gráfica dos valores de atividade enzimática da polifenoloxidase nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

de bebida estritamente mole tornou-se “apenas mole” (fino), após a adição de 5% e 10% deste defeito, “duro” (qualidade aceitável) com 15%, 20% e 25% e finalmente, com a adição de 30% de defeito “verde” tornou-se “riado” e “rio” (não aceitáveis para exportação). Estes dados reforçam os resultados obtidos por Pimenta (1995), que ao investigar a atividade da polifenoloxidase em grãos provenientes de frutos verdes, verde cana, cereja e seco/passa constatou menor atividade (55,37 U/min/g) para os grãos de frutos colhidos verdes em relação aos demais estádios de maturação. Comparando-se estes resultados com os obtidos por Abreu, Carvalho e Botrel (1996), pode-se inferir que a adição de defeito “verde” no café controle utilizado no presente trabalho, exerceu um efeito mais intenso do que o observado por estes autores, que constataram uma queda na qualidade de “estritamente mole” para “mole” e “apenas mole” nos níveis de 5% a 20%, de “estritamente mole” para “dura” com 25% a 55% e de “estritamente mole” para “riada” e “rio” com 60% a 100% de adição deste defeito.

Tendência linear decrescente foi também constatada com a adição de grãos “ardidos” no café “estritamente mole”; segundo a tabela de classificação de Carvalho et al. (1994) este café transformou-se em “mole” e “apenas mole” (fino) com 5% de adição deste defeito, “duro” com 10%, 15% e 20% e “riado” e “rio” nos níveis correspondentes a 25% e 30% de “ardidos”. Através da literatura consultada, não foram encontrados dados de atividade da polifenoloxidase em grãos “ardidos”, que pudessem ser comparados aos obtidos neste trabalho; no entanto, estes resultados confirmam citações de Teixeira et al. (1971) de que os grãos “ardidos” em proporções superiores a 15% prejudicam sensivelmente a bebida, o que foi verificado pelos autores através da prova de xícara. O comportamento observado ainda com relação ao defeito “ardido”, concorda também com relatos de Myia et al. (1973/1974), onde houve a constatação de que a adição de 5% deste defeito em café de bebida mole foi detectada por degustadores, provocando redução

na qualidade da bebida. Analisando ainda a Figura 1, pode-se notar que as variações na atividade da polifenoloxidase resultantes da adição de grãos “pretos” denotam maior intensidade de influência deste tipo de defeito sobre a atividade enzimática e, conseqüentemente, na qualidade do café classificado como “estritamente mole”. A adição de 5% deste defeito proporcionou uma redução na qualidade inicial do café, tornando-o “mole” e “apenas mole”; no nível 10% o café enquadrou-se no padrão “duro” e a partir de 15% tornou-se “riado” e “rio”. Confirma-se assim, resultados obtidos por Teixeira et al (1968), que observaram uma tendência de comportamento aproximadamente linear com relação ao prejuízo causado à bebida com a adição de grãos “pretos”; para os referidos autores porcentagens iguais ou superiores a 10% modificam sensivelmente a bebida mole transformando-a em bebida dura. Pode-se verificar também que acima do nível 10%, o café enquadrou-se na classe “riado” e “rio”, denotando um maior impacto exercido por este tipo de defeito na redução da qualidade do café.

A aplicação das equações obtidas, nos permite calcular que com a adição média de 1% de grãos defeituosos, ocorrem decréscimos médios na atividade enzimática da polifenoloxidase de 0,49 e 0,55 U/min/g, respectivamente para os grãos “verdes” e “ardidos”. Com relação aos grãos “pretos” estima-se uma redução na qualidade, já com pequenas quantidades de adição de defeitos, atingindo um ponto mínimo com aproximadamente 24% de defeito, com uma atividade enzimática de 53,29 U/min/g.

Visando fornecer subsídios para um maior conhecimento do impacto ocasionado por estes defeitos na qualidade do café, bem como uma aplicabilidade mais direcionada aos produtores, utilizou-se a tabela proposta por Carvalho et al. (1994) associada à substituição dos valores de Y nas equações da Figura 1, pelos valores de atividade enzimática nos limites entre as diferentes classes de qualidade do café. Os resultados obtidos possibilitaram a elaboração de uma tabela que

apresenta qual a quantidade aproximada de cada tipo de defeito seria responsável pela mudança de uma classe de qualidade do café para outra (Tabela 1).

Tabela 1 Limites e faixas de variação entre diferentes quantidades de defeitos e a qualidade dos grãos de café “estritamente mole”.

Atividade enzimática da PFO U/min/g (Carvalho et al. 1994)	Prova de xícara	Defeitos (%)		
		Verde	Ardido	Preto
Superior a 67,66	Estritamente mole	Inferior a 2,89	Inferior a 1,44	Inferior a 1,04
62,99 a 67,66	Mole e Apenas mole	2,89 - 12,45	1,44 - 9,95	1,04 - 5,16
55,99 a 62,98	Dura	12,46 - 26,79	9,95 - 22,70	5,16 - 14,11
Inferior a 55,99	Riada e rio	Superior a 26,79	Superior a 22,70	Superior a 14,11

Através da Tabela 1, pode-se dizer que cafés com atividade superior a 67,66 U/min/g, considerados como extra-finos (bebida estritamente mole), podem ter sua qualidade mantida desde que a quantidade de defeitos “verdes”, “ardidos” e “pretos” presentes no mesmo, não ultrapasse 2,88%, 1,44% e 1,04%, respectivamente. Confirma-se também que as maiores reduções de qualidade, ocorrem com a presença de grãos “pretos”, seguidos pelos “ardidos” e “verdes”. É importante ressaltar que devido à utilização de casas decimais nos valores de atividade enzimática, torna-se difícil uma separação exata das porcentagens de defeitos. Porém, é explícito que variações em torno dos valores obtidos, nos limites das diferentes classes podem ocasionar reduções na qualidade do café, o que consequentemente, comprometerá também ser valor comercial.

Diferenças significativas ($P < 0,01$) foram também observadas entre o café de bebida estritamente mole e os grãos defeituosos (Figura 2). A atividade enzimática do café considerado como controle, mostrou-se superior a dos grãos com defeito “verde”, que superaram os “ardidos” e “pretos” que não diferiram estatisticamente

entre si. Enquadrando-se estes resultados na classificação proposta por Carvalho et al (1994), nota-se que os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, exibiram valores de atividade enzimática inferiores a 55,99 u/min/g, sendo classificados como riado e rio (não aceitáveis para exportação).

A redução na atividade enzimática demonstrada tanto através da adição crescente de defeito “verde” como pela comparação deste defeito com o controle pelo teste de médias, possa talvez ser explicada pelo fato de que este defeito encontra-se principalmente nos frutos colhidos no estágio de maturação verde, ou seja, frutos com seu desenvolvimento ainda incompleto, principalmente com relação aos teores de seus diferentes componentes químicos. Pimenta (1995) constatou que os grãos de frutos verdes, quanto à atividade da polifenoloxidase enquadraram-se na classe “riado” e “rio”, enquanto os cafés colhidos no estágio cereja apresentaram-se como “estritamente moles” e os colhidos verde cana e seco/passa classificaram-se como “mole” e “apenas mole”, segundo tabela proposta por Carvalho et al (1994). É interessante comentar também que os valores de atividade enzimática obtidos no presente trabalho apresentaram-se similares aos observados por Abreu, Carvalho e Botrel (1996) em pesquisa semelhante com café oriundo também do município de Patrocínio.

Com relação à adição de grãos “ardidos” e “pretos”, a redução na atividade enzimática observada pode ser justificada pela provável ocorrência de danos as membranas celulares, decorrentes do ataque de microorganismos e conseqüente intensificação dos processos catabólicos. Sabe-se que a permanência prolongada de frutos na planta ou no chão, aumenta consideravelmente a possibilidade de ataque por fungos e bactérias, muitos deles capazes de produzir enzimas degradativas das paredes celulares facilitando o acesso de enzimas a seus substratos. Assim, as danificações ocorridas provocariam a ativação das polifenoloxidases que oxidariam os compostos fenólicos, sendo posteriormente inibidas competitivamente pelas o-

quinonas formadas, processo este bem documentado por diversos autores (Amorim, 1972; Zawistowski, Biliaderis e Eskin, 1991).

Na classificação de café quanto aos aspectos físicos, considerando-se principalmente o tipo, sabe-se que estes defeitos, são os que mais contribuem para a desvalorização do produto, por provocarem além da desuniformidade de coloração na comercialização, alterações no aspecto e sabor após a torração. É de extrema importância comentar que os resultados acima discutidos, além de confirmarem a existência de uma estreita correspondência entre a atividade da polifenoxidase e a qualidade dos grãos de café, demonstram quimicamente, que os defeitos “verde”, “ardido” e “preto” prejudicam sensivelmente a qualidade do café “estritamente mole”. Sugere-se assim, que maiores cuidados sejam tomados antes, durante e após a colheita do café, para evitar o aparecimento destes defeitos, pois, sabe-se que os mesmos, podem ser eliminados parcialmente através de catação manual ou eletrônica, porém, na maioria das vezes o preço pago ao produtor é estabelecido antes da realização do rebeneficiamento desvalorizando qualitativa e quantitativamente o produto.

2 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Analisando-se a Figura 3, pode-se notar que variações significativas ($P < 0,01$) ocorreram nos teores de compostos fenólicos totais, resultantes da adição dos três tipos de defeitos. As curvas obtidas exibiram um comportamento quadrático, sendo que a tendência de aumento constatada em todas elas, foi mais intensa com a adição dos defeitos “verde” e “preto”, que exibiram os maiores valores desta variável com a elevação das quantidades de inclusão dos defeitos. As diferenças significativas ($P < 0,01$) nos valores médios desta variável nos defeitos, separadamente, em relação ao café considerado como controle, estão representadas na Figura 4.

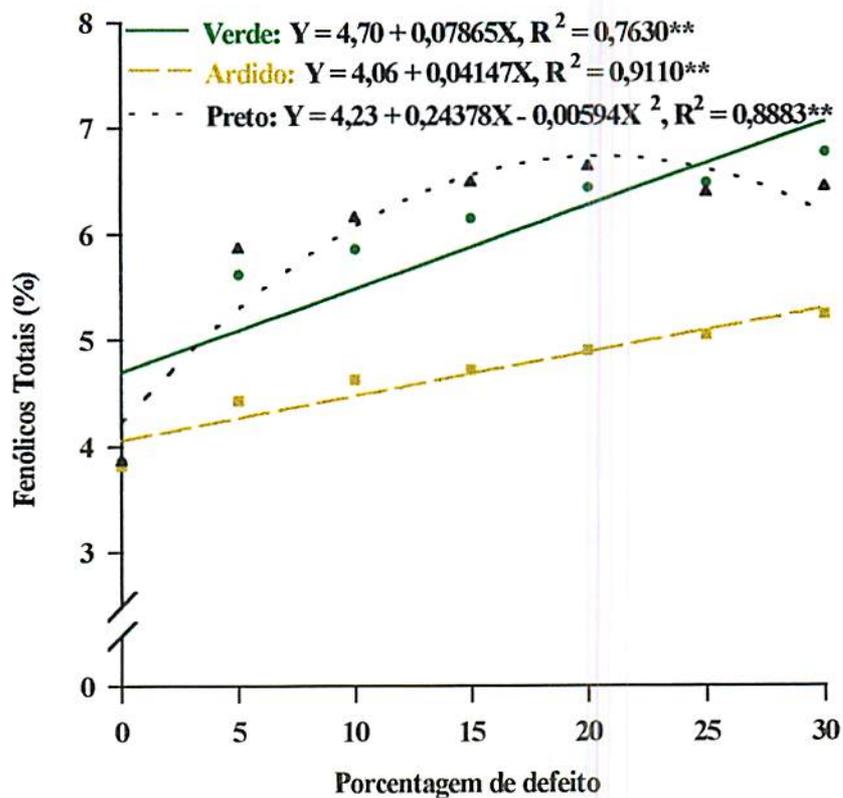


FIGURA 3. Representação gráfica e equações de regressão dos compostos fenólicos totais em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

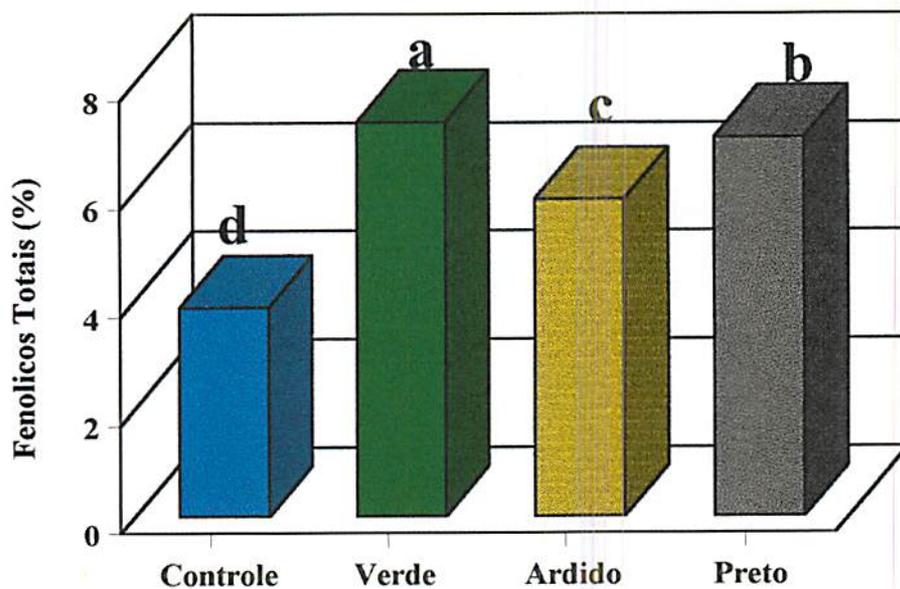


FIGURA 4. Representação gráfica dos teores de fenólicos totais nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

Existem indícios da ocorrência de maior concentração de compostos fenólicos totais nos cafés de pior qualidade, o que tem sido atribuído geralmente ao ataque de fungos como *Fusarium* sp (Amorim et al., 1975) e ao estágio de maturação dos frutos como mencionado por Carvalho, Chalfoun e Chagas (1989), Pimenta (1995) e Abreu, Carvalho e Botrel (1996). Os menores valores observados para o café “estritamente mole” (0% de defeitos), confirmam trabalhos de Feldman, Ryder e Kung (1969), Villar e Ferreira (1971) citados por Amorim et al. (1975), que também encontraram menores de fenólicos totais em cafés considerados como suaves quando comparado a outros de pior qualidade.

Com relação à adição de grãos com o defeito “verde”, o comportamento observado confirma citações de Hulme (1970) e Carvalho et al. (1970) de que os frutos verdes exibem geralmente altos teores destes compostos e, conseqüentemente, maior adstringência. Este fato parece justificar a elevação detectada se considerarmos que o defeito “verde”, embora possa estar presente em estádios de maturação mais avançados, é proveniente, na maioria das vezes de frutos colhidos verdes. Pimenta (1995) observou também que os frutos colhidos nos estádios verde e verde cana, exibiram 6,51% e 6,63% no teor de fenólicos, respectivamente, valores estes bem próximos aos observados no presente trabalho; os teores de fenólicos mostraram-se também crescentes com a adição de defeito “verde”, em trabalho realizado por Abreu, Carvalho e Botrel (1996), com valores similares aos obtidos na presente pesquisa.

Embora ainda não se tenha confirmações científicas precisas sobre a origem dos defeitos “ardido” e “preto”, aceita-se a hipótese de que sejam provenientes, provavelmente, de fermentações anormais que ocorrem nos grãos, principalmente como reflexo do ataque microbiano aos frutos. Sabe-se que a invasão de fungos pode desencadear a transcrição do mRNA para fenilalanina-amônia-ase resultando no estímulo à síntese de compostos fenólicos; assim, pode-se sugerir a realização de

investigações microbiológicas para acompanhamento e identificação de fungos e seus metabólitos nos diferentes estádios de maturação dos frutos aliados à estratificação destes defeitos nos períodos estudados.

Os resultados expressos na Figura 4, demonstram a existência de diferenças significativas entre o café “estritamente mole” e os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”. Observa-se que os maiores teores de fenólicos foram apresentados em ordem decrescente pelos defeitos “verde”, “preto” e “ardido”, que superaram o valor exibido pelo controle. Este resultado aliado ao comportamento observado na Figura 3, demonstram que estes compostos alteram a composição do café e poderão refletir-se no sabor da bebida, ocasionando provavelmente uma maior adstringência, o que será confirmado através da continuidade deste trabalho com os grãos torrados e posterior análise sensorial.

A comparação destas tendências de aumento dos compostos fenólicos com a redução nas atividades da polifenoloxidase observadas nas Figuras 1 e 2, permitem supor, uma oxidação mais intensa destes compostos a o-quinonas, principalmente no defeito “preto”, já que a atividade enzimática para estes grãos foi também a que exibiu no geral, os menores valores, sugerindo uma provável inibição por estes polímeros oxidados. O mesmo pode-se dizer com relação aos grãos “ardidos”, porém com menor intensidade de efeito, já que a adição dos mesmos ocasionou atividades enzimáticas intermediárias entre as apresentadas pelos grãos “verdes” e os “pretos”.

A constatação da tendência crescente na concentração dos fenólicos com a inclusão de diferentes quantidades de defeitos, acompanhada pelas reduções nas atividades enzimáticas da polifenoloxidase, confirmam a hipótese de que os piores cafés exibem maior teor de fenólicos e menor atividade desta enzima, mostrando que a presença destes defeitos altera o teor de fenólicos do café de boa qualidade, podendo ocasionar aumento na adstringência da bebida.

4.3 LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO E PERDA DE POTÁSSIO

As equações e curvas de regressão entre teores de potássio lixiviado e quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, encontram-se na Figura 5, onde nota-se que a relação entre estas duas variáveis foi descrita por regressão linear para os três tipos de defeitos ($P < 0,01$). As diferenças entre os valores médios desta variável no café “estritamente mole” e nos três tipos de defeitos encontram-se na Figura 6, constatando-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os quatro tipos de grãos analisados. Houve significância da interação entre tipo e porcentagem de defeito ($P < 0,01$) para a variável porcentagem de perda de potássio (Figura 7), constatando-se também diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os defeitos e o café “estritamente mole” (Figura 8).

As curvas obtidas demonstram um comportamento similar para os três tipos de defeitos caracterizado por um aumento linear, indicando que a intensidade da lixiviação de potássio eleva-se com o aumento das quantidades de adição dos defeitos e com a severidade da injúria destes grãos; observa-se pela Figura 5 que a adição do defeito “preto” considerado o pior deles, proporcionou valores numericamente superiores aos “ardidos”, que por sua vez, superaram os teores dos “verdes”. Isto pode ser verificado analisando as equações de regressão, onde espera-se um aumento médio de 0,72, 0,93 e 1,06 ppm/g nos valores de lixiviação de potássio para cada acréscimo de 1% de grãos defeituosos, respectivamente para os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

Amorim (1978) investigando aspectos bioquímicos e histoquímicos do café cru, verificou a ocorrência de maior lixiviação de potássio e degeneração de membranas celulares nos grãos dos piores cafés. Posteriormente, Illy et al. (1982) através de microscopia eletrônica, verificaram que a desorganização celular aumenta dos grãos verdes para os “ardidos” e destes para os “pretos”.

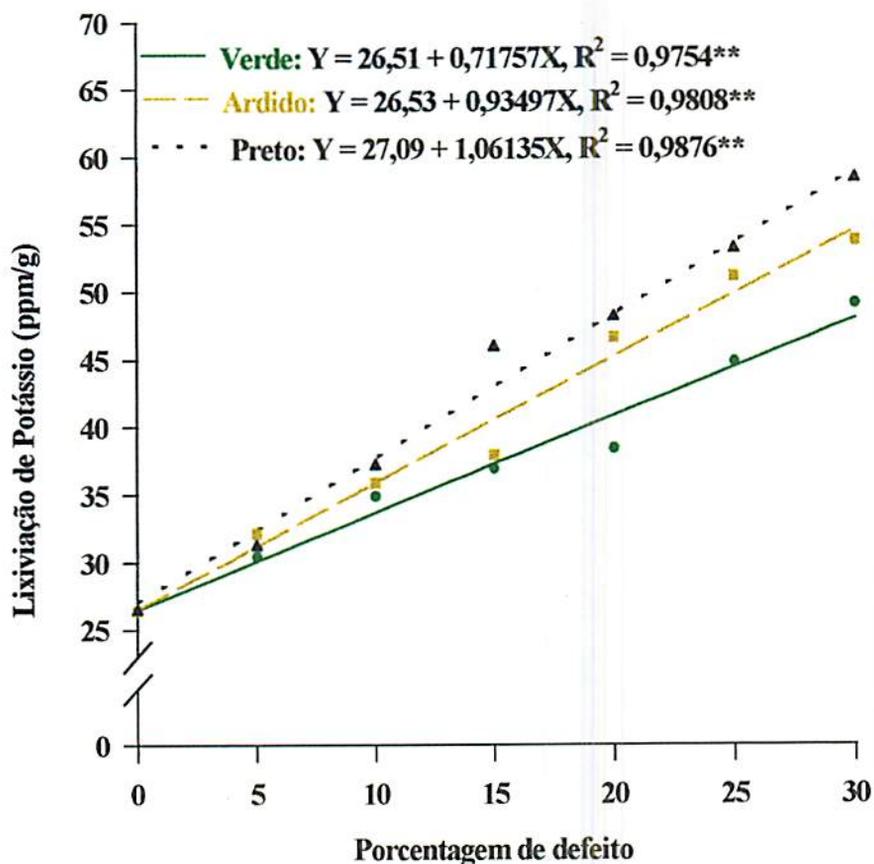


FIGURA 5. Representação gráfica e equações de regressão da lixiviação de potássio em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”

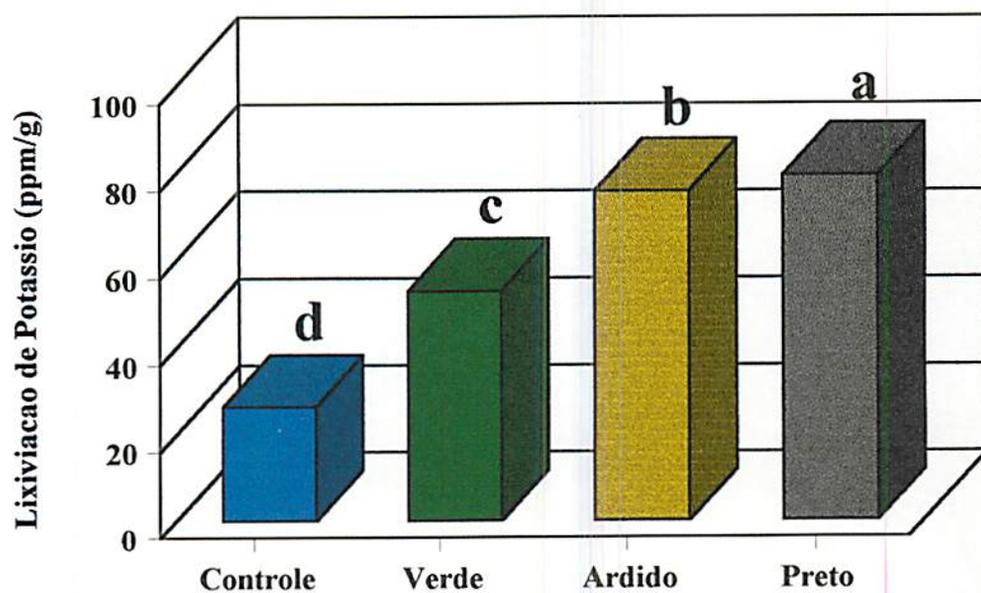


FIGURA 6. Representação gráfica dos valores de lixiviação de potássio nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

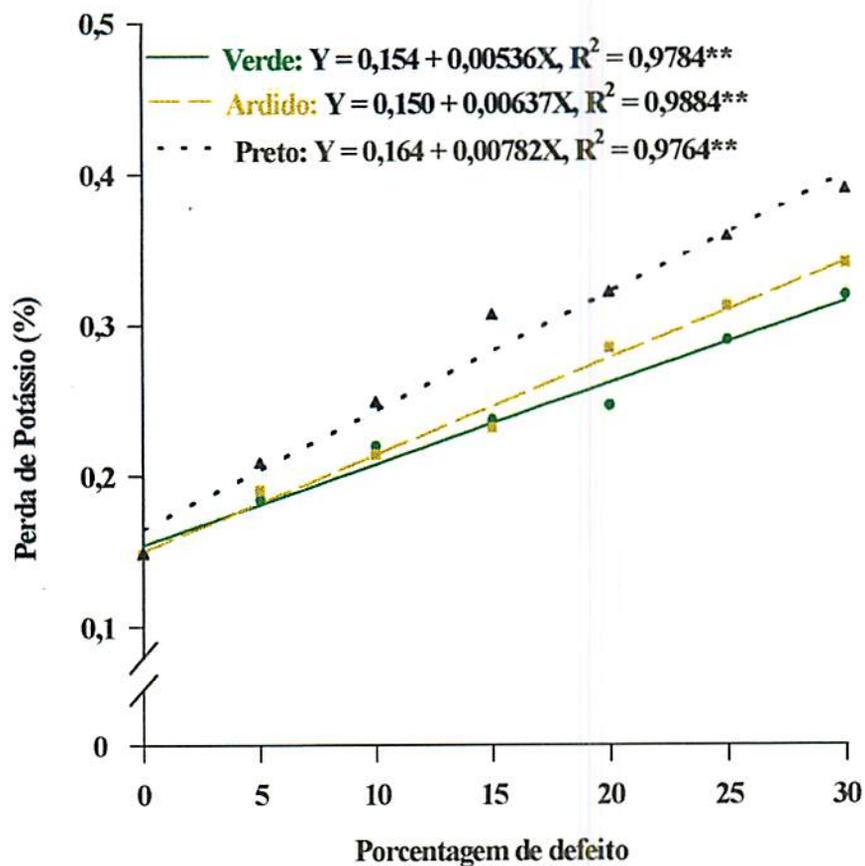


FIGURA 7. Representação gráfica e equações de regressão da perda de potássio em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”

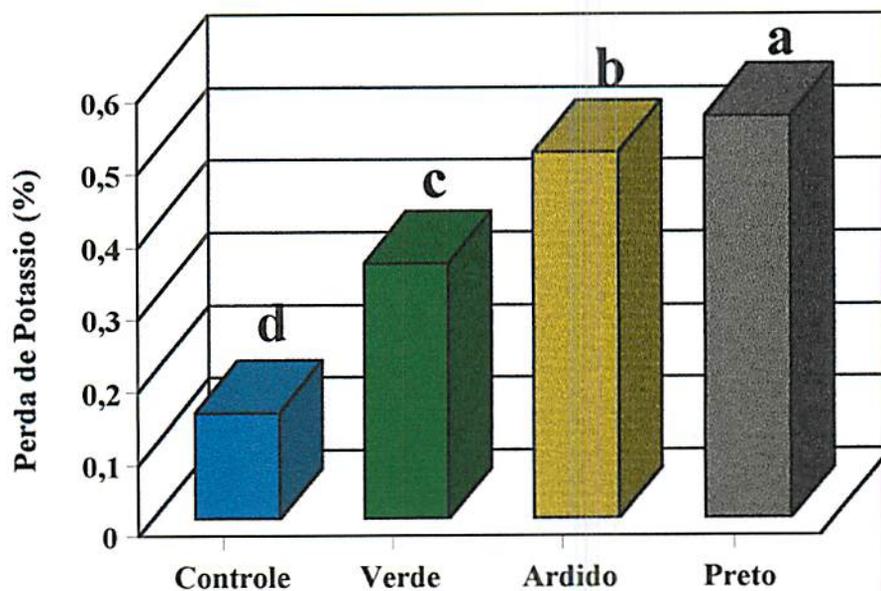


FIGURA 8. Representação gráfica dos valores de perda de potássio nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

Com relação ao defeito “verde”, os dados obtidos na presente pesquisa reforçam as observações acima mencionadas e confirmam também resultados de Prete (1992), que investigou a influência de grãos defeituosos na condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio. Este autor obteve valores correspondentes a 22,12 , 31,07 , 35,28 , 40,48 e 40,81 ppm/g de amostra para os níveis 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de adição de grãos “verdes”, respectivamente.

Com relação ao comportamento frente à adição de grãos “ardidos” e “pretos”, não foram encontrados nos trabalhos de revisão bibliográfica consultados, dados que pudessem ser comparados e discutidos. Entretanto, os valores médios mostrados na Figura 6, permitem uma comparação com os resultados de Prete (1992) que utilizou testes de médias nas análises de grãos normais e dos defeitos. O autor obteve também diferenças significativas entre as médias de potássio lixiviado de grãos normais, “verdes”, “ardidos” e “pretos” que foram de 15,56 , 35,63 , 68,72 e 87,48 ppm/g, respectivamente, similares às obtidas no presente trabalho.

Os resultados apresentados indicam que a composição original do café cru, pode ser afetada por qualquer fator que altere a estrutura das membranas celulares, como o ataque de insetos, infecções por microorganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provocando a deterioração dos grãos, como citado por Carvalho e Chalfoun (1985). Confrontando as variações da lixiviação de potássio (Figura 6), com o comportamento exibido pelos compostos fenólicos (Figura 4) e atividade da polifenoloxidase (Figura 2), pode-se deduzir que quanto maior a gravidade dos defeitos, maior a produção de fenólicos oxidados e mais intensa a inibição da atividade da polifenoloxidase, sendo que todos estes fatores aparentam uma forte relação de dependência com a integridade das membranas celulares.

Recomenda-se assim, além da condução adequada da cultura do cafeeiro, a colheita de frutos maduros em sua maioria, os quais apresentam segundo Carvalho et al. (1970), menor frequência de aparecimento de defeitos e menores teores de

lixiviação de potássio em virtude de uma menor degeneração de membranas como mencionado por Pimenta (1995). Este autor, observou que a maior lixiviação de potássio ocorreu nos grãos de frutos colhidos verdes, seguidos dos seco/passa, verde cana e com menores valores para os frutos cereja, atribuindo esta ocorrência a menor degeneração de membranas celulares e conseqüentemente, menor potencial de migração dos íons potássio do interior das células para o exterior.

É interessante ressaltar que os defeitos “ardido” e “preto”, são encontrados com maior frequência nos frutos secos no chão ou na árvore devido à maior possibilidade de ataque de microorganismos no campo. Os teores de lixiviação obtidos para os defeitos “ardidos” e “pretos” superaram os obtidos por Pimenta (1995) nos grãos de frutos seco/passa, indicando que além da permanência prolongada dos frutos no chão ou na árvore, outros fatores como condições ambientais de alta umidade e temperatura ou a condução incorreta das operações de secagem podem ter influenciado o aparecimento dos defeitos utilizados no presente trabalho.

Pela Figura 7 observa-se um aumento médio de 0,0054; 0,0064 e 0,0078% na perda de potássio para cada 1% de acréscimo de grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos”, respectivamente. Pode-se constatar também que com a inclusão de grãos “pretos” e “ardidos”, ocorreram as maiores perdas significativas de íons potássio (Figura 8).

Estes resultados confirmam que o grau de severidade das injúrias aos grãos afeta a permeabilidade das membranas de maneira crescente e linear como mostrado na Figura 7, demonstrando que a lixiviação deste íon para o exterior dos grãos, após 3,5 horas de embebição dos mesmos em água, depende mais do estado estrutural em que se encontram as membranas celulares do que do teor de potássio inicial dos grãos.

4.4 TEOR DE UMIDADE

As curvas e equações de regressão entre teor de umidade e porcentagem de defeitos, encontram-se na Figura 9, onde observa-se que os grãos de café sem defeitos exibiram teores de umidade inferiores ao limite proposto pelo IBC (1977), o que deve ter sido ocasionado por uma provável ultrapassagem do tempo de secagem. Nota-se na mesma figura, que os teores de umidade declinaram com o aumento da quantidade de inclusão dos três tipos de defeito, verificando-se os menores valores com a inclusão do defeito “preto”.

Verifica-se também que as equações de regressão sugerem um decréscimo médio de 0,0126% e 0,0158% no teor de umidade, para cada acréscimo de 1% de grãos defeituosos, respectivamente para os defeitos “ardido” e “preto”

Comparando-se os cafés sem defeitos com os grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” (Figura 10), pode-se constatar a existência de diferenças significativas ($P < 0,01$), com os teores do café considerado como controle superando os valores médios dos três tipos de defeitos, os quais não diferiram entre si. Apesar de não ter sido constatada significância estatística entre os defeitos, observa-se um decréscimo de umidade com o aumento da severidade de injúria destes grãos, o que provavelmente, contribuiu para as diferenças na redução de umidade observadas na Figura 9.

A determinação da umidade no presente trabalho foi realizada principalmente com o objetivo de auxiliar a interpretação dos dados de lixiviação de potássio, pois segundo Bacchi (1955 e 1956), abaixo de 8% de umidade, ocorrem importantes alterações fisiológicas que podem afetar a condutividade elétrica dos grãos. Prete (1992) verificou também, que os grãos com grau de umidade próximos e inferiores a 8%, exibiram intensa lixiviação de íons, e que aqueles com teores acima de 8% não diferiram estatisticamente entre si. Pode-se inferir assim, que os teores de umidade

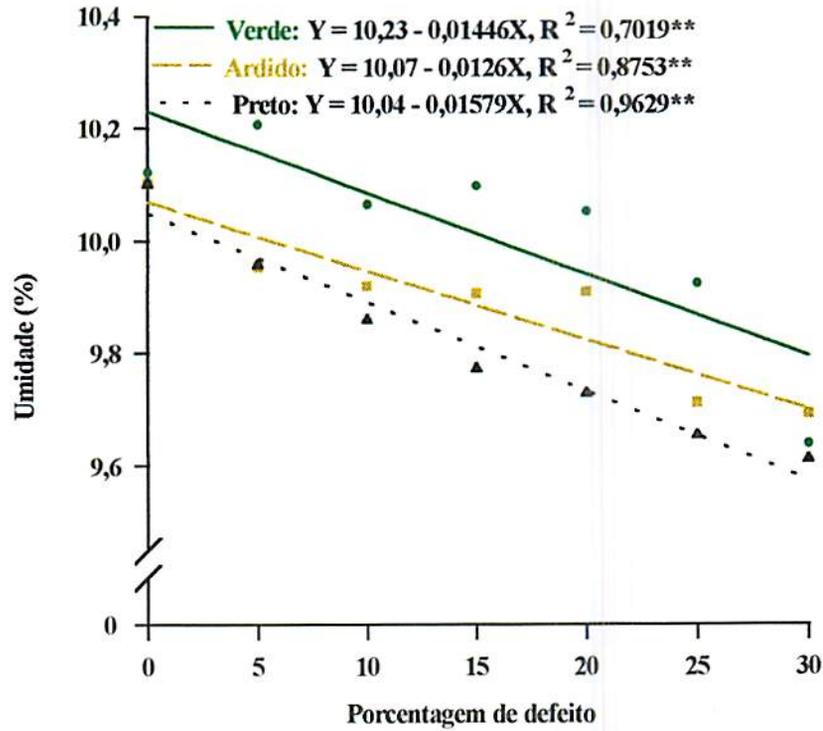


FIGURA 9. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de umidade em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

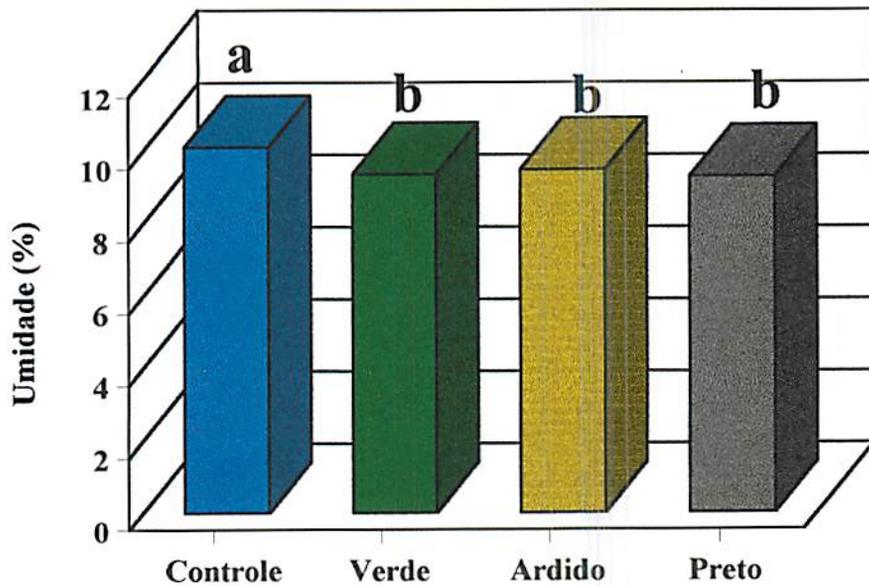


FIGURA 10. Representação gráfica dos teores médios de umidade nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

dos grãos no presente trabalho, não interferiram na determinação da lixiviação de potássio, por apresentarem-se superiores ao limite indicado.

4.5 ACIDEZ TITULÁVEL E pH

Os valores de acidez titulável apresentaram alterações significativas com a interação defeito x quantidade de inclusão, porém, após desdobramento somente os defeitos “verde” e “ardido” exibiram modificação significativa ($P < 0,01$) ajustando-se ao modelo linear de regressão (Figura 11). Variações significativas ($P < 0,01$) foram constatadas também entre os grãos totalmente “verdes”, “ardidos”, “pretos” e o café de bebida estritamente mole (Figura 12).

A adição de porcentagens crescentes dos três tipos de defeitos originou também modificações significativas nos valores de pH ($P < 0,01$) representadas por regressão linear (Figura 13), podendo-se observar ainda na Figura 14, a significância ($P < 0,01$) obtida pela comparação das médias desta variável no café considerado como controle e nos grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos”.

Observa-se pela Figura 11, a ocorrência de um declínio nos valores de acidez titulável total acompanhado por ligeira ascensão nos valores de pH (Figura 13), decorrentes da adição do defeito “verde”. Através da Figura 12, nota-se também que o defeito “verde” exibiu o menor teor médio de acidez titulável em relação ao controle e aos defeitos “ardido” e “preto”. Estes resultados confirmam citações de Arcila-Pulgarin e Valência Aristizabal (1975) de que os grãos de frutos de café no estágio de maturação verde, possuem menor acidez; concordam também com Pimenta (1995), que observou menor acidez nos grãos de frutos verdes quando comparados aos estádios verde cana, cereja e seco/passa, o que foi atribuído à ausência de mucilagem nos primeiros, não ocorrendo assim as fermentações de açúcares presentes nesta camada originando os ácidos, os quais, provavelmente,

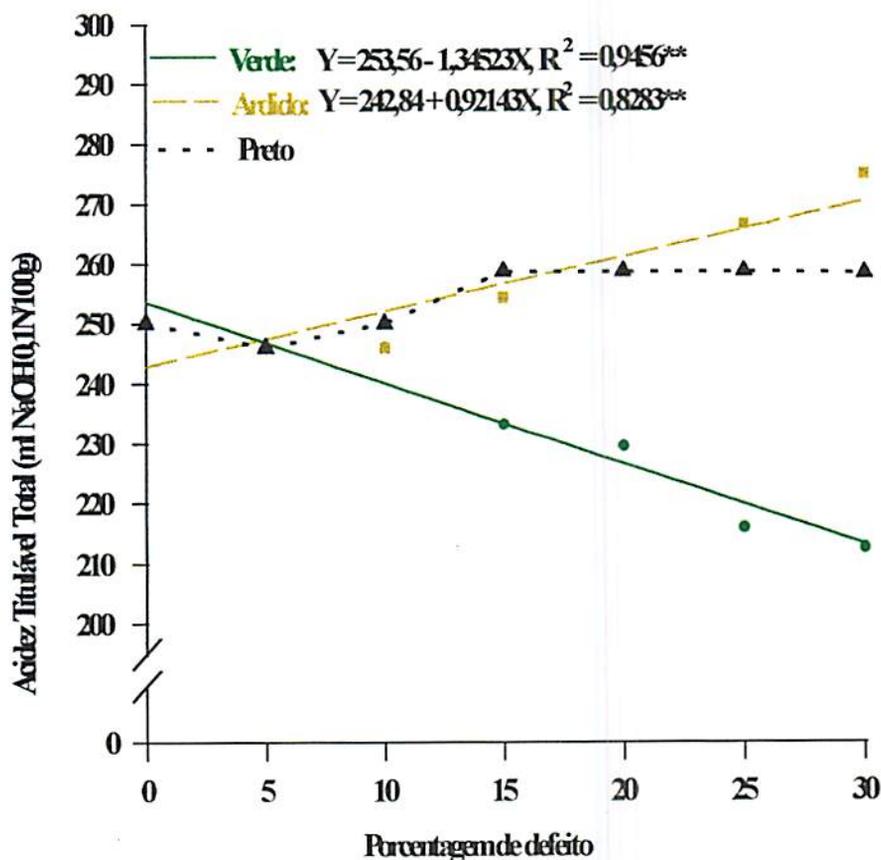


FIGURA 11. Representação gráfica e equações de regressão da acidez titulável total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

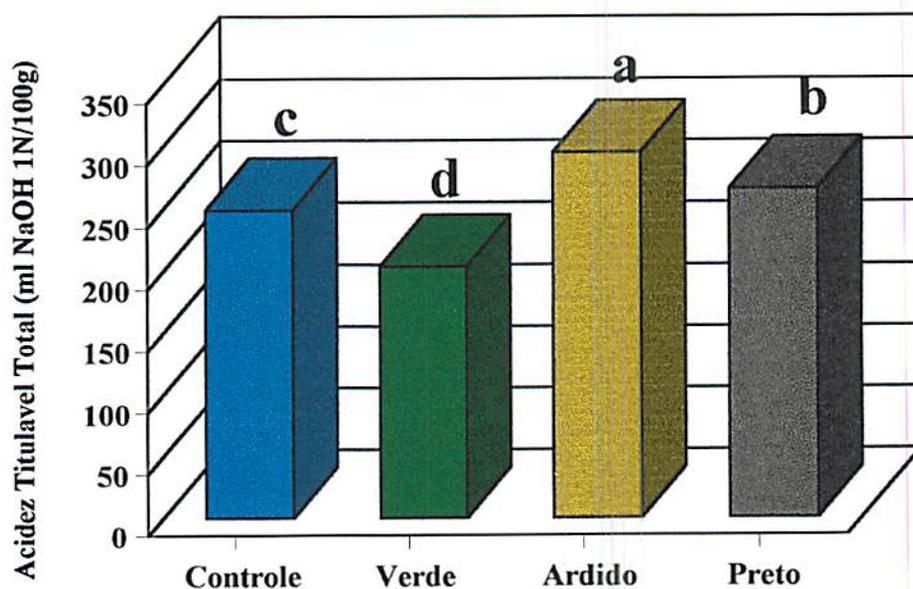


FIGURA 12. Representação gráfica dos valores de acidez titulável total nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

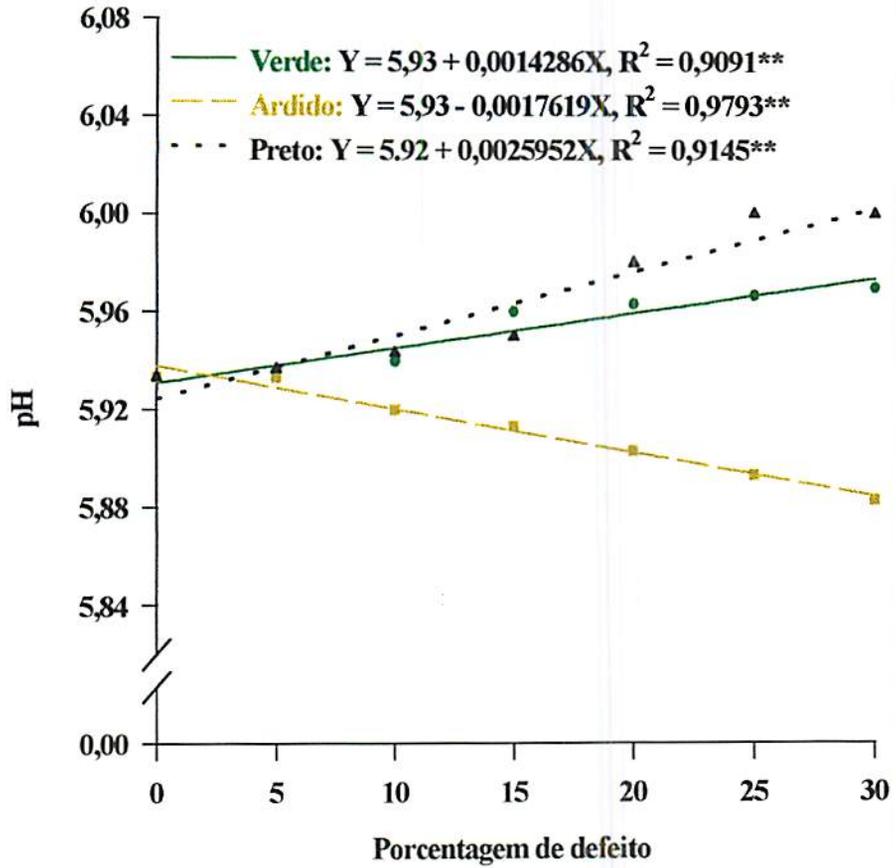


FIGURA 13. Representação gráfica e equações de regressão do pH em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

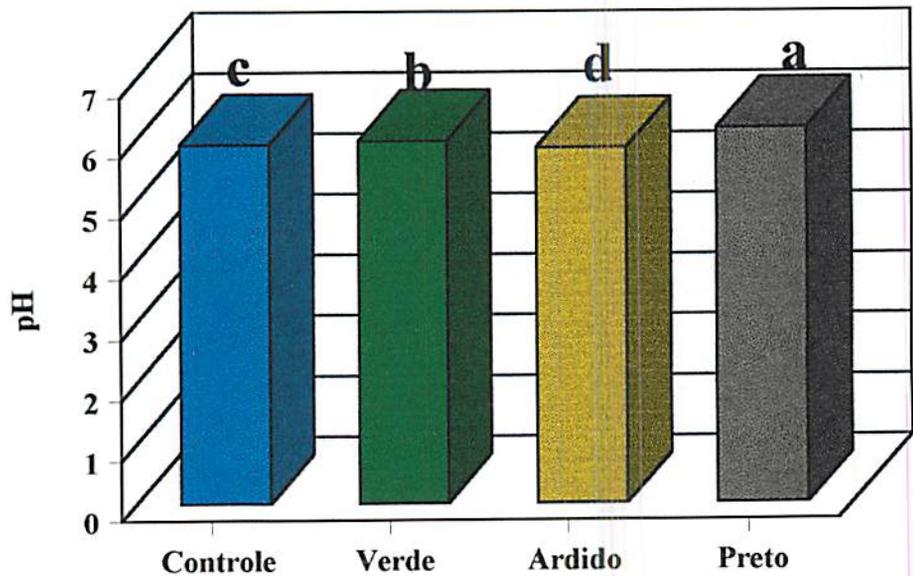


FIGURA 14. Representação gráfica dos valores de pH nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

poderiam ser difundidos para o interior da semente.

Os grãos “ardidos” provocaram um aumento linear na acidez titulável (Figura 11) contrapondo-se a uma redução gradativa do pH (Figura 13). Confrontando as Figuras 12 e 14, pode-se constatar que os grãos “ardidos” exibiram os maiores teores de acidez titulável e menores valores de pH comparados ao controle e aos defeitos “verde” e “preto”, possivelmente em virtude de fermentações indesejáveis que ocorreram nos frutos na fase pré ou pós-colheita.

Com relação ao defeito “preto”, cujo coeficiente de determinação (R^2) apresentou-se inferior a 0,70, nota-se pela Figura 11, tendência de comportamento praticamente invariável, enquanto aumentos significativos foram constatados nos valores de pH; os defeitos “pretos” são considerados geralmente, como oriundos de fermentações mais intensas do que os “ardidos”, assim, era de se esperar que os mesmos exibissem teores mais elevados de acidez titulável, porém, deve-se considerar, a possibilidade da ocorrência de uma maior volatilização e/ou lixiviação de ácidos, em virtude de degradações mais intensas que tenham ocorrido nas membranas. Pode-se salientar ainda, a possibilidade de que a acidez indesejável conferida por estes grãos, dependa do tipo e proporção dos ácidos presentes e não somente da quantidade dos mesmos.

→ Estes fatos demonstram a necessidade de identificação e quantificação individual dos ácidos existentes nos cafés de boa qualidade, nos grãos defeituosos, bem como o impacto causado pelos mesmos nas propriedades sensoriais da bebida.

4.6 AÇÚCARES TOTAIS, REDUTORES E NÃO REDUTORES

O efeito da inclusão de quantidades crescentes de grãos defeituosos nos teores totais, redutores e não redutores está representado nas Figuras 15,17 e 19, podendo-se constatar reduções significativas ($P < 0,01$) nos teores de de açúcares totais e

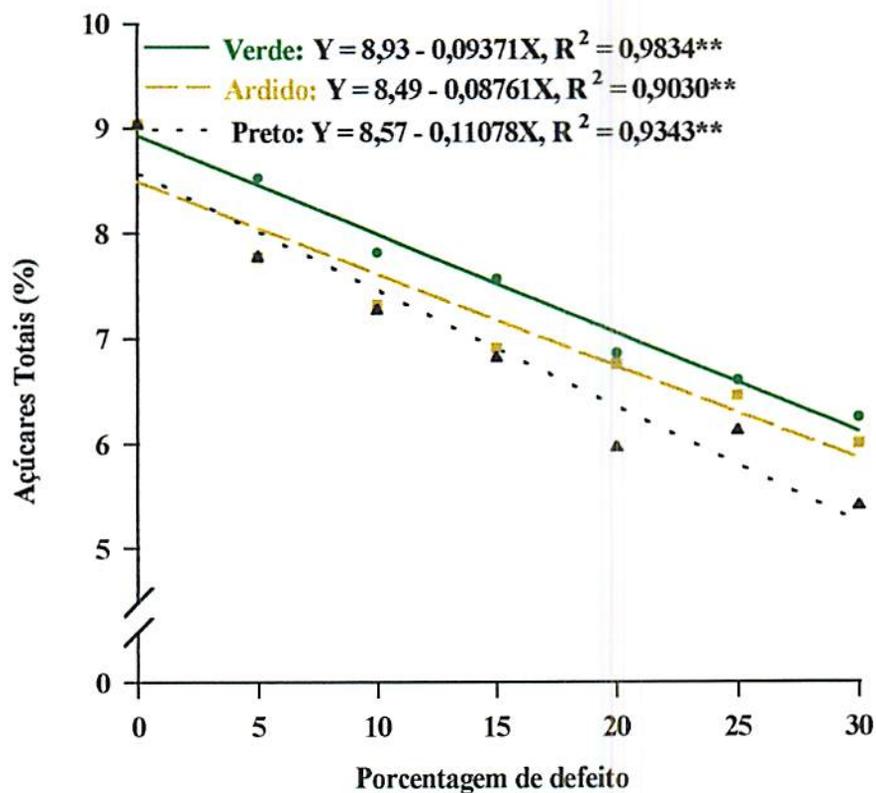


FIGURA 15. Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares totais em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

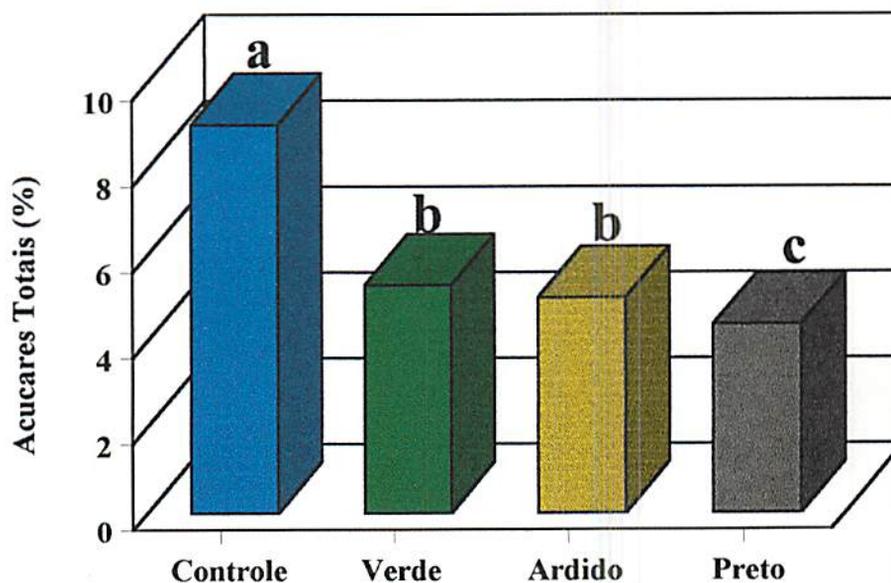


FIGURA 16. Representação gráfica dos teores de açúcares totais nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

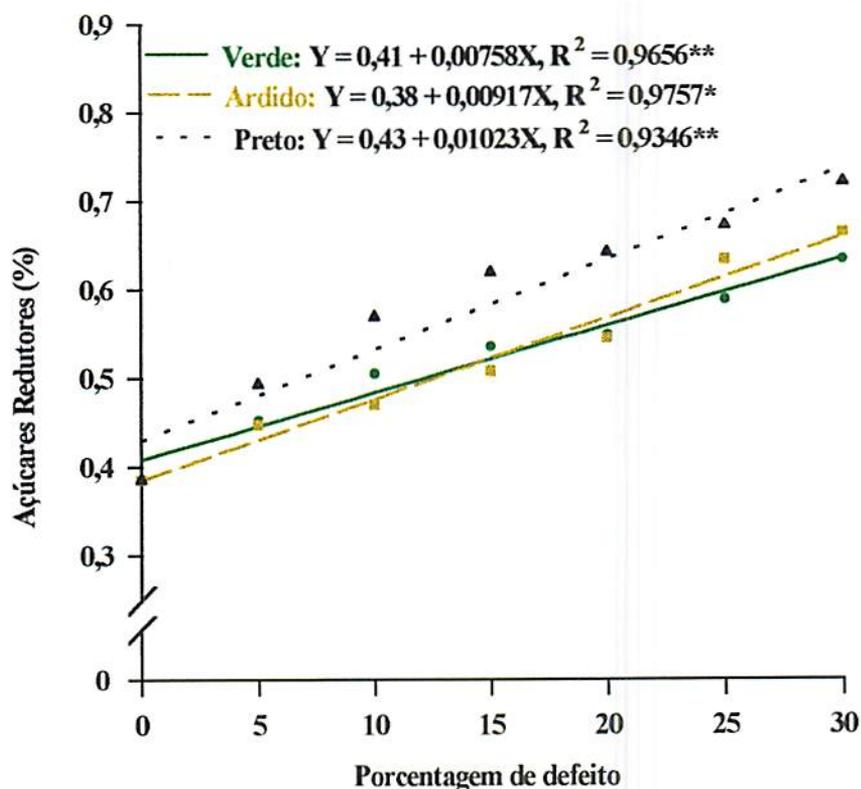


Figura 17. Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares redutores em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”

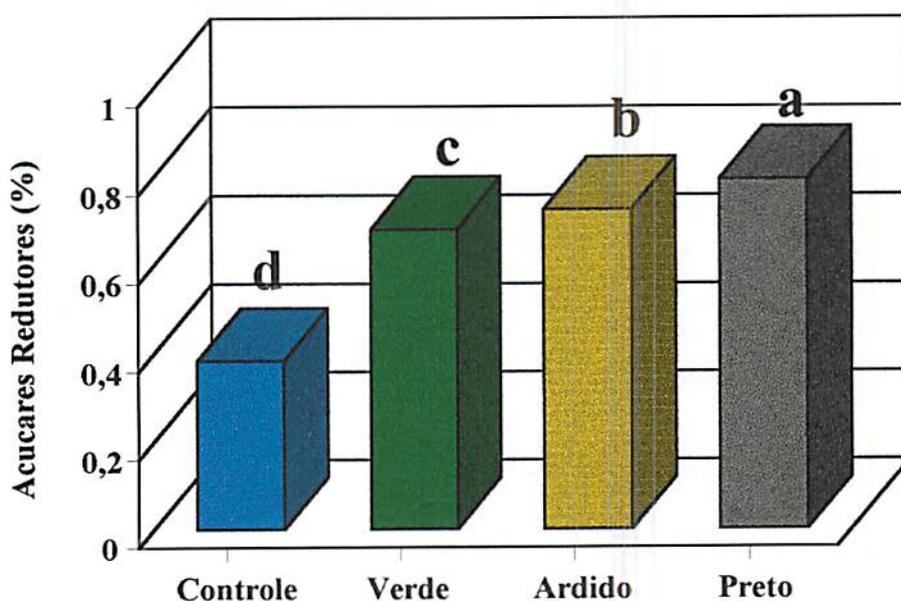


FIGURA 18. Representação gráfica dos teores de açúcares redutores nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

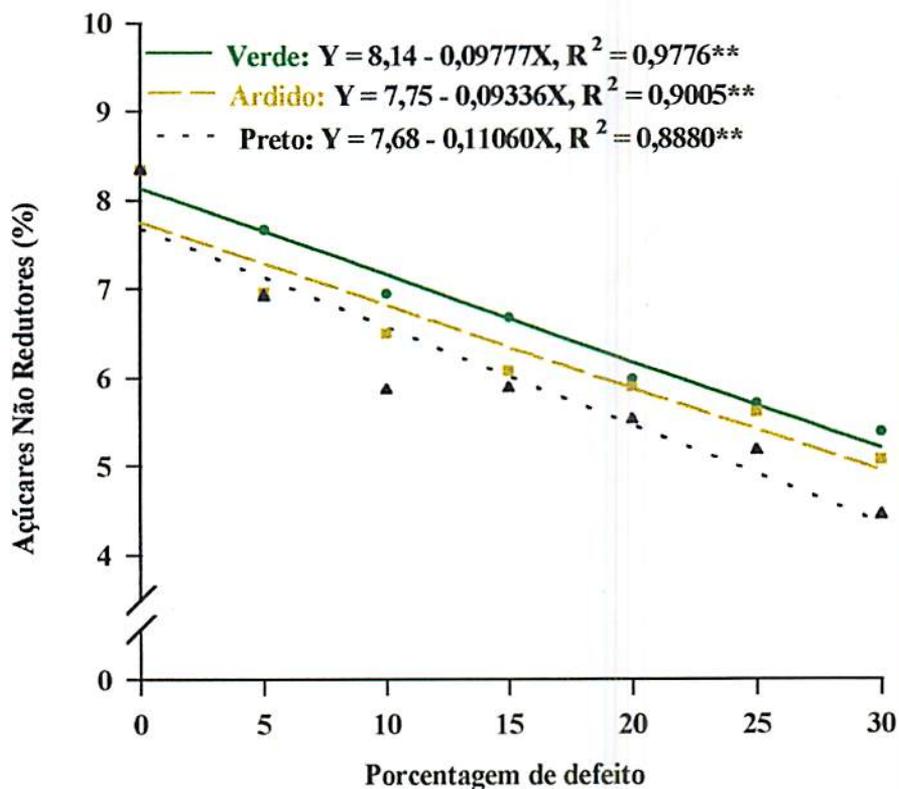


FIGURA 19. Representação gráfica e equações de regressão dos açúcares não redutores em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”

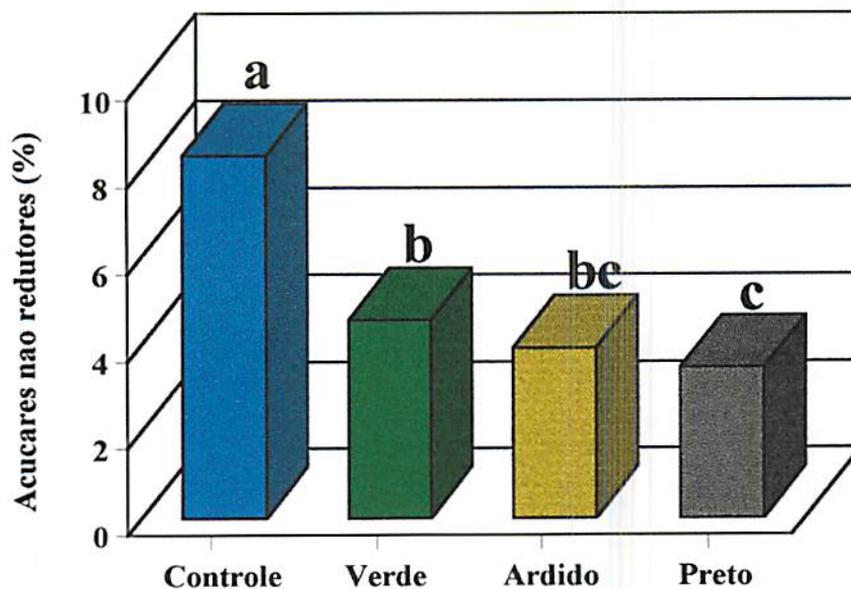


FIGURA 20. Representação gráfica dos teores de açúcares não redutores nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole (controle).

não redutores, bem como aumentos significativos dos açúcares redutores, para os três tipos de defeitos. Diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,01$), foram constatadas também entre as médias destas variáveis no café estritamente mole e nos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” (Figuras 16, 18 e 20).

As variações nos teores de açúcares são geralmente atribuídas ao estágio de maturação dos frutos, local de cultivo e ocorrência de fermentações na polpa e mucilagem do café que influenciarão a composição dos açúcares do grão (Pimenta, 1995). Através da Figura 16, observa-se que os açúcares totais declinaram com a intensificação da injúria dos grãos, sendo os menores valores apresentados pelos grãos “ardidos” e “pretos”, o que pode ter sido consequência da utilização destes compostos nos processos fermentativos provavelmente responsáveis por estas deteriorações.

Segundo Rena e Maestri (1985), os açúcares aumentam em concentração apenas a partir do início da maturação, tendo sido observado por Pimenta (1995) teores mais baixos de açúcares totais nos grãos de frutos colhidos verdes. Leite (1991) avaliando cafés oriundos de diferentes tipos de colheita, observou que os grãos de frutos derriçados no pano, mostraram menores teores de açúcares totais em relação aos de frutos cereja e cereja despulpado, o que foi atribuído à presença de frutos verdes na colheita por derriça.

Observando-se as Figuras 18 e 20 nota-se que a redução nos teores de açúcares não redutores foi acompanhada por um aumento nos açúcares redutores, indicando uma interconversão da sacarose em açúcares mais simples; observa-se também, que a elevação dos teores de açúcares redutores e redução dos não redutores intensificou-se com a gravidade da injúria destes grãos.

Para Pimenta (1995) quando os frutos secam na planta e perdem sua mucilagem, os teores de açúcares diminuem em virtude de sua utilização nas diferentes rotas bioquímicas, originando álcoois e ácidos. Pelos resultados obtidos,

embora ainda não se conheça com certeza, a origem destes defeitos, pode-se dizer que mesmo que fermentações anormais e consumo de açúcares pelos microorganismos tenha ocorrido, algum mecanismo bioquímico provavelmente decorrente de distúrbios fisiológicos provocou o aumento de açúcares redutores e diminuição dos não redutores. Apesar de não existirem estudos elucidativos sobre as enzimas e metabólitos envolvidos nestes tipos de deterioração e considerando-se a sacarose como o açúcar presente em maior quantidade nos grãos de café, sugere-se uma atuação mais intensa de enzimas sacarolíticas, provenientes de microorganismos ou decorrentes da desestruturação celular nestes defeitos.

Não existem investigações relacionadas ao efeito das modificações destes constituintes nas propriedades sensoriais da bebida. Para Amorim (1972), os carboidratos não parecem afetar a qualidade do café de um modo geral. No entanto, diversos autores têm enfatizado a importância destes constituintes nas reações químicas que ocorrem durante a torração como reação de Maillard, caramelização de açúcares e degradação de Strecker, que serão responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma peculiares da bebida.

Segundo a OIC (International...,1991b), a doçura é uma das características de sabor desejáveis nos cafés Gourmets, e a presença destes compostos no café torrado está estreitamente relacionada aos teores de açúcares do café cru; porém ainda não se sabe que tipo e concentração de açúcares nos grãos exerceria maior influência na qualidade da bebida. Pode-se dizer que a sacarose é praticamente degradada quase que em sua totalidade durante a torração originando açúcares menores, precursores de ácidos e aldeídos, responsáveis pelo "flavor". Assim, se a mesma encontra-se em concentrações basais reduzidas, provavelmente ocorrerão modificações nos demais constituintes dos grãos torrados com alterações na qualidade da bebida.

4.7. PROTEÍNA TOTAL

Os resultados expressos na Figura 21 demonstram a existência de efeitos significativos ($P < 0,01$) nos teores de proteína total em função das porcentagens dos três tipos de defeitos. Diferenças significativas foram obtidas também na comparação dos valores médios desta variável nos grãos normais e nos grãos defeituosos (Figura 22).

Na literatura consultada não foram encontrados trabalhos relativos a esta variável com relação aos grãos defeituosos, para que se pudesse comparar ou mesmo avaliar o comportamento linear e crescente verificado com a adição dos grãos “ardidos” e “pretos”. Guyot, Petnga e Vincent (1988) investigando café robusta verde, constataram uma maior concentração de alguns tipos de aminoácidos no estágio de maturação verde quando comparado aos demais. Pimenta (1995) avaliando grãos de frutos em quatro diferentes estádios de maturação obteve 16,76%, 14,98%, 15,08% e 15,23% de proteína bruta, para os estádios verde, verde cana, cereja e seco/passa, respectivamente, observando que os cafés verdes diferiram significativamente dos outros estádios. Abreu, Carvalho e Botrel (1996) avaliando cafés provenientes do município de Araguari - MG, adicionados de defeito “verde”, observou aumento nos teores de proteína, embora não tenham sido constatadas diferenças estatisticamente significativas; os valores variaram entre 12,56% e 13,90%.

Valores de 9 a 16% de proteína total em cafés crus foram obtidos por Fonseca, Gutierrez e Teixeira (1994) e Bassoli (1992), ocorrendo variações que foram atribuídas ao local de cultivo e a fatores genéticos.

Pela Figura 21, nota-se que a adição de grãos defeituosos em níveis superiores a 10%, provocou a ultrapassagem do limite superior indicado pelos autores acima citados. As equações de regressão sugerem aumentos médios significativos de

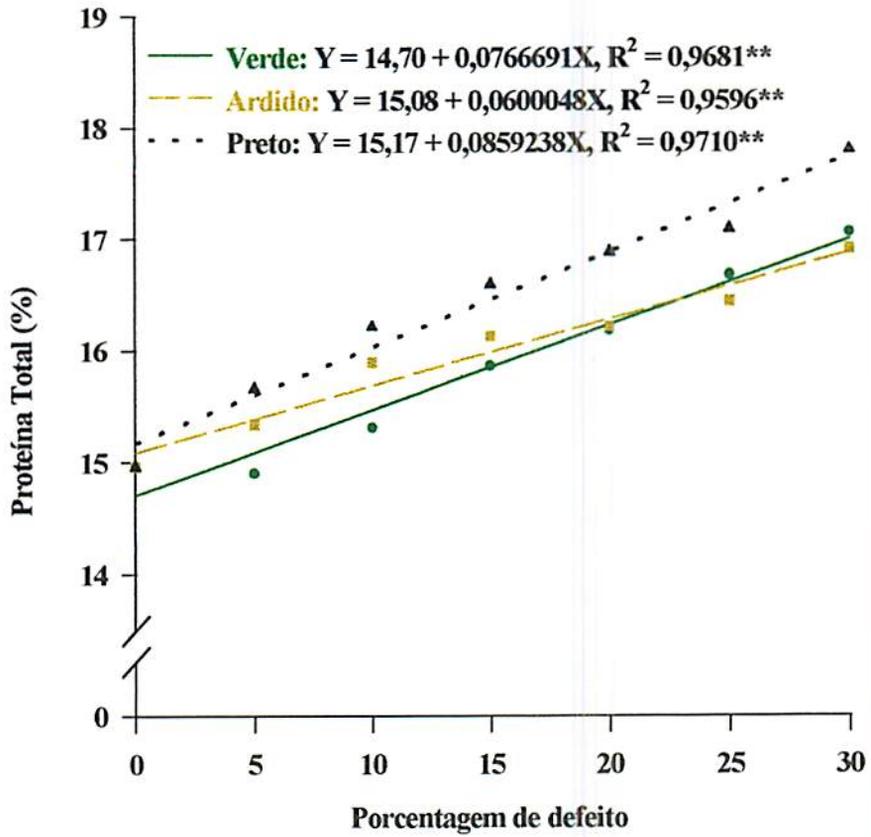


FIGURA 21. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de proteína total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”

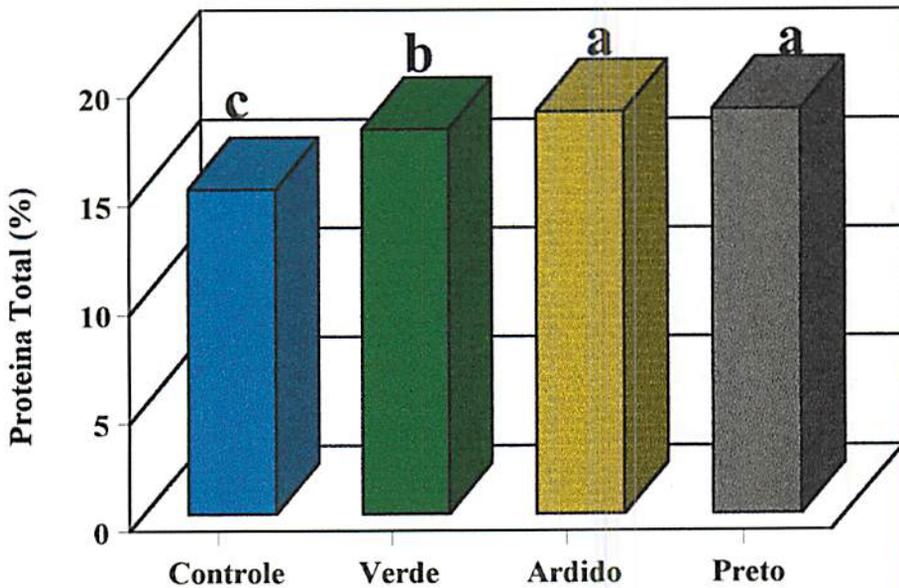


FIGURA 22. Representação gráfica dos teores de proteína total nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

0,077, 0,060 e 0,086 % nos teores de proteína total, para cada acréscimo de 1 % de grãos defeituosos, respectivamente para os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

Novamente, pode-se dizer que os processos degenerativos que provavelmente originaram os defeitos “ardido” e “preto”, parecem ter ocasionado alterações metabólicas nos grãos, resultando possivelmente na produção de compostos nitrogenados que interferiram na determinação do teor protéico, já que o método de Kjeldahl utilizado avalia o teor de nitrogênio total; assim, pode ter ocorrido não apenas a quebra de proteínas intracelulares ou da parede celular, pois seriam determinados como os aminoácidos resultantes, mas também a degradação ou síntese de outros compostos nitrogenados. Uma outra hipótese a ser considerada é a possibilidade da presença de micélios de fungos ou massas de origem microbiana nestes grãos.

A literatura cita que os melhores cafés possuem maiores teores de proteína solúvel e menos aminoácidos livres (Amorim 1978), porém não se tem embasamento teórico sobre a existência de correlação entre quantidade de proteína total e qualidade do café. A Unidade Técnica da Organização Internacional do Café (1992) avaliando cafés das cultivares Catuai e Mundo Novo, obteve maiores porcentagens de proteína total, 14,96% e 15,77% respectivamente, para os grãos oriundos de frutos imaturos, os quais forneceram também o pior tipo de bebida comparado aos frutos bóia, cereja lavado e cereja despoldado.

Sabendo-se que as proteínas são degradadas durante a torração e seus aminoácidos interagem com açúcares e outros compostos originando produtos importantes para as características do “flavor”, sugere-se a quantificação individual destes aminoácidos nos grãos normais e defeituosos, antes, durante e após a torração, bem como a investigação de possíveis correlações entre o tipo e teor destes aminoácidos e as características sensoriais da bebida.

4.8 EXTRATO ETÉREO

Os valores do extrato etéreo exibiram alterações significativas com a adição dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” (Figura 23). Porém, a adição de grãos “ardidos” provocou variações, que não permitiram um ajuste de equação de regressão até 3^º grau, devido a obtenção de um baixo coeficiente de determinação (R^2). Optou-se assim, apenas pela união dos pontos observados para representação visual das modificações desta variável com o acréscimo deste defeito. Os valores médios do extrato etéreo nos grãos considerados como controle e nos defeitos, exibiram também variações significativas ($P < 0,01$) como apresentado na Figura 24.

Os melhores cafés em termos de qualidade de bebida parecem exibir, geralmente, concentrações menores de ácidos graxos livres (Amorim, 1978). Myia et al. (1973/74) observou um aumento na porcentagem de ácidos graxos livres com a intensificação do tipo de defeito; valores próximos foram obtidos para os grãos “verdes” e “ardidos”, constatando-se teores bem mais elevados para o defeito “preto”. No entanto, as investigações com extrato etéreo não proporcionaram ainda resultados conclusivos. Pelos dados obtidos no presente trabalho, constatou-se a ocorrência de aumento do extrato etéreo com o acréscimo nas quantidades dos três tipos de defeitos, sendo os maiores valores detectados nos grãos verdes e pretos, refletindo-se nas misturas como mostrado na Figura 23; pela Figura observa-se os valores máximos nas proporções de 25,6 % e 24 % respectivamente; nos grãos “ardidos”, este valor foi obtido com acréscimo de 18 % de defeitos.

Apesar da ausência de dados científicos para comparação, deve-se considerar que tanto as fermentações e degradação de membranas celulares como a incompleta maturação dos grãos, podem ter ocasionado alterações no tipo e teor dos constituintes volatilizados durante a obtenção do extrato etéreo. Pesquisadores da OIC (Organizacion...,1992) observaram os maiores valores de lipídeos nos grãos

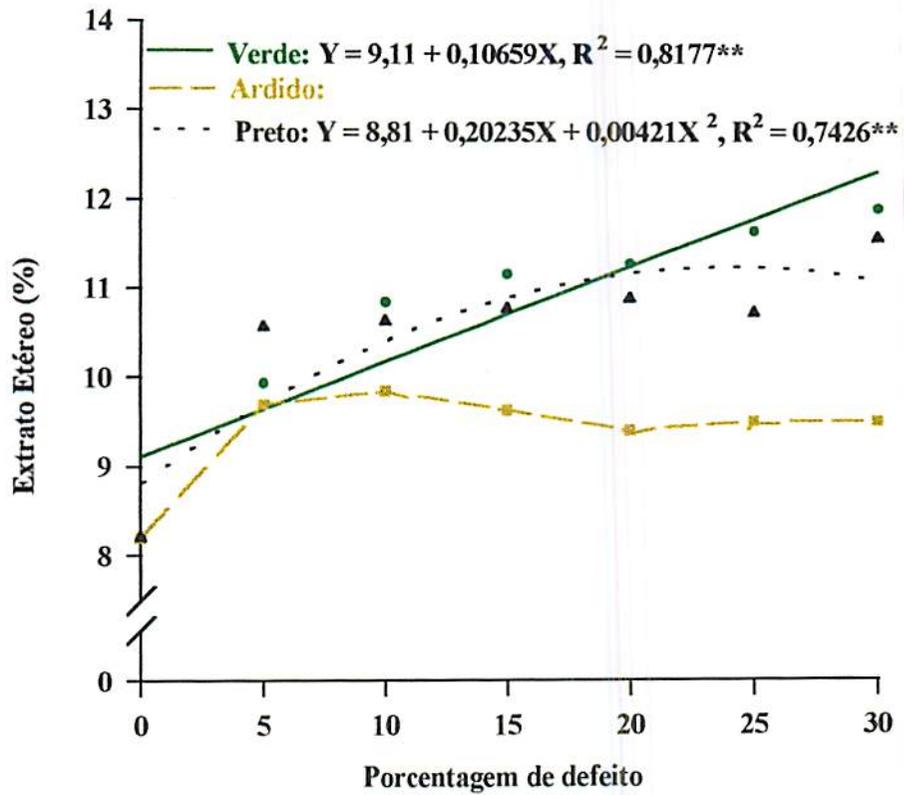


FIGURA 23. Representação gráfica e equações de regressão do extrato etéreo em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

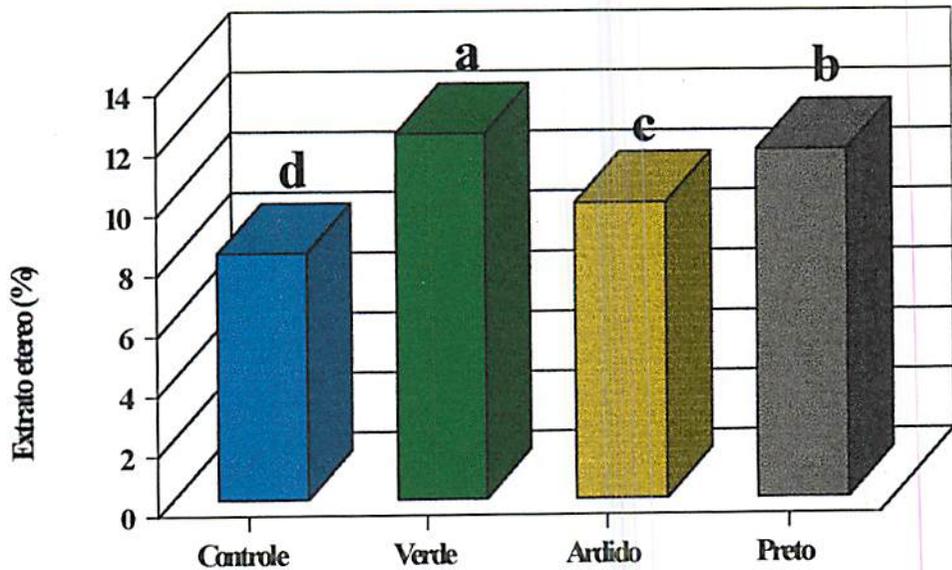


FIGURA 24. Representação gráfica dos valores de extrato etéreo nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

de frutos bóia (12,99%) e imaturos (12,49%) da cultivar Catuaí, e teores de 11,12% e 11,76% nos grãos de frutos bóia e imaturos, respectivamente, da cultivar Mundo Novo; como mencionado anteriormente, os frutos secos na planta ou no chão apresentam maior predisposição à incidência dos defeitos, podendo-se sugerir assim, que talvez possa ter ocorrido um aumento de ácidos graxos livres pela degradação oxidativa dos lipídeos, em decorrência de processos fermentativos.

Além da possibilidade de produção de compostos interferentes na determinação do extrato etéreo, deve-se considerar a possibilidade de que componentes genéticos e ambientais também possam ter exercido influência sobre os teores encontrados, já que tanto o café normal quanto os grãos defeituosos apresentaram-se com valores inferiores à faixa de variação de 10 a 18% proposta por Bassoli (1992).

Estes resultados indicam a necessidade de estudos caracterizando os tipos de ácidos graxos presentes e sua influência no sabor e odor do café após a torração através de “CG-sniffing” e análise sensorial.

4.9 FIBRA BRUTA

Na Figura 25, observa-se o efeito significativo ($P < 0,01$) da adição de quantidades crescentes dos três tipos de defeitos no teor de fibra bruta no café “estritamente mole”, com uma tendência tipicamente ascendente, para os grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos”. Pela Figura 26, constata-se também a existência de diferenças significativas entre o café “estritamente mole”, considerado como controle e os defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

Sob o termo fibra bruta, encontram-se as frações de celulose e lignina insolúvel, representando a grande parte da fração fibrosa dos alimentos (Silva, 1990). A escassez de trabalhos publicados relacionados a esta variável, dificulta a

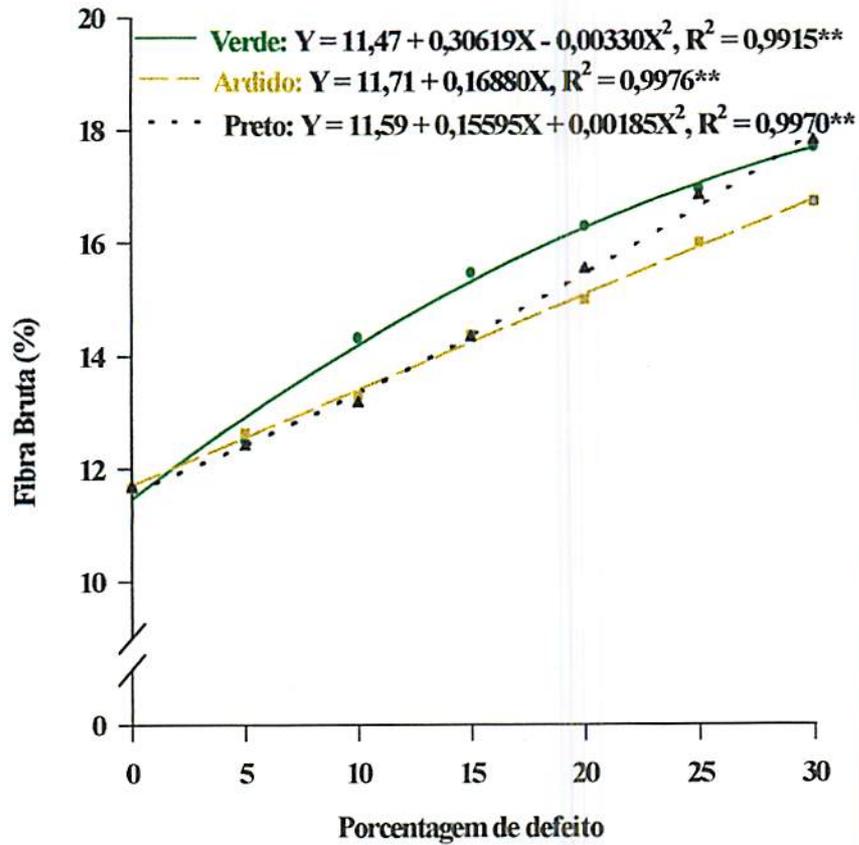


Figura 25. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de fibra bruta em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

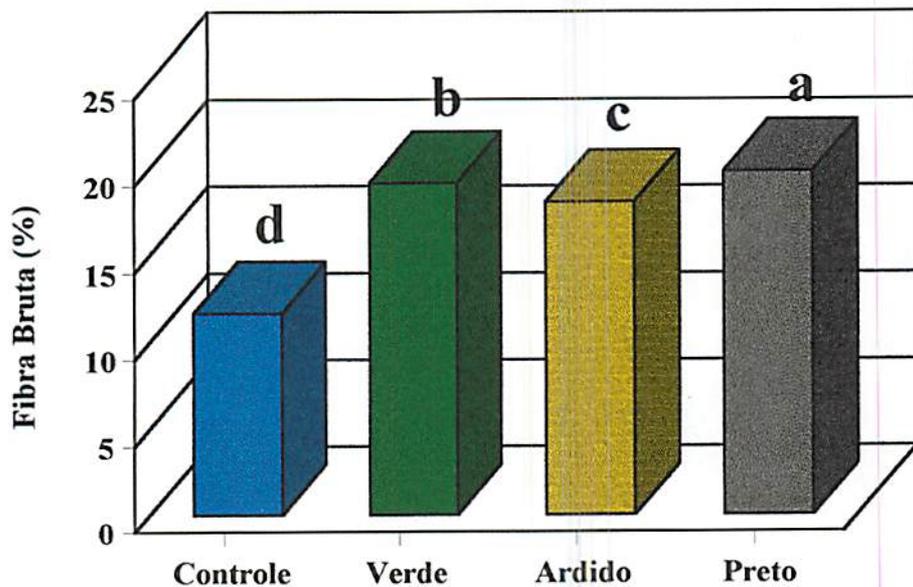


FIGURA 26. Representação gráfica dos teores de fibra bruta nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” no café “estritamente mole” (controle).

comparação dos dados; Menchu (1966) citado por Menchu e Ibarra (1967) observaram menores teores de fibra para os cafés de melhor qualidade, no entanto, ao serem realizadas análises em outras regiões, os dados mostraram-se inconsistentes.

Guyot, Petnga e Vincent (1988) não observaram diferenças significativas entre os teores de fibra total em grãos de frutos em diferentes estádios de maturação e Pimenta (1995) detectou 13,79% de fibra bruta nos grãos de café colhidos verdes e 12,35%, 11,81% e 12,03% nos grãos de frutos nos estádios verde cana, cereja e seco/passa, respectivamente. Os valores observados para o café “estritamente mole”, concordam com os citados por este autor, no entanto, os valores médios constatados nos grãos defeituosos mostraram-se bem mais elevados (Figura 26)

Amorim (1978) já enfatizava a complexidade deste assunto, devido às reações que ocorrem entre as macromoléculas, diferenças nos padrões de solubilidade, métodos de extração e de hidrólise. É difícil assim, explicar com segurança os aumentos observados; entretanto, deve-se considerar que estes grãos tiveram um desenvolvimento completamente anormal, podendo-se sugerir a possibilidade de uma maior produção de lignina como um meio de defesa às prováveis condições de stress fisiológico ou injúrias por microorganismos.

Sugere-se assim, a realização de perfis cromatográficos e quantificação individual dos componentes de parede celular como celulose, hemicelulose e lignina, para elucidação das modificações estruturais que ocorrem nestes grãos.

Estudos utilizando técnicas de microscopia, poderiam também ser conduzidos para investigar a possibilidade de ligação entre produção de compostos fenólicos e lignina, como possível reação de defesa às condições de injúria sofridas por estes grãos.

4.10 VITAMINA C TOTAL

Os teores de vitamina C total variaram significativamente ($P < 0,01$) com a inclusão de quantidades crescentes dos três tipos de defeitos; a adição dos grãos “ardidos” e “pretos” provocaram um comportamento ascendente quadrático nas curvas de regressão, enquanto o defeito “verde” ocasionou um aumento linear nos teores desta variável (Figura 27).

Variações crescentes significativas ($P < 0,01$) nos teores de vitamina C, no café “estritamente mole” e nos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”, nesta ordem foram também constatadas (Figura 28).

Estes resultados podem parecer contraditórios já que grãos defeituosos exibiram maior teor desta vitamina quando comparado aos grãos normais. Através da literatura consultada não foram encontrados comentários sobre os teores de ácido ascórbico e deidroascórbico nos grãos normais e muito menos nos grãos defeituosos. No entanto, sabe-se que alguns frutos possuem a capacidade de produzir estes ácidos quando expostos ao ataque de patógenos. Pode-se assim, sugerir apenas que os aumentos verificados possam ter ocorrido como reação de resposta às condições adversas a que foram submetidos estes grãos, provavelmente como consequência da ativação de algum mecanismo bioquímico, em decorrência de stress ou ataque de fungos e bactérias. Por outro lado pode-se constatar que estes teores, mesmo elevando-se com a gravidade dos defeitos, podem ser considerados como baixos. Outro aspecto científico a se considerar é que a técnica utilizada no doseamento é normalmente empregada para frutos do tipo carnosos, podendo-se sugerir adaptações futuras para posterior comparação ou a padronização de novas metodologias de quantificação. De qualquer modo, pode-se sugerir a realização de pesquisas microbiológicas que poderiam elucidar esta possibilidade de produção de ácido ascórbico e deidroascórbico por microorganismos ou pelos frutos de café.

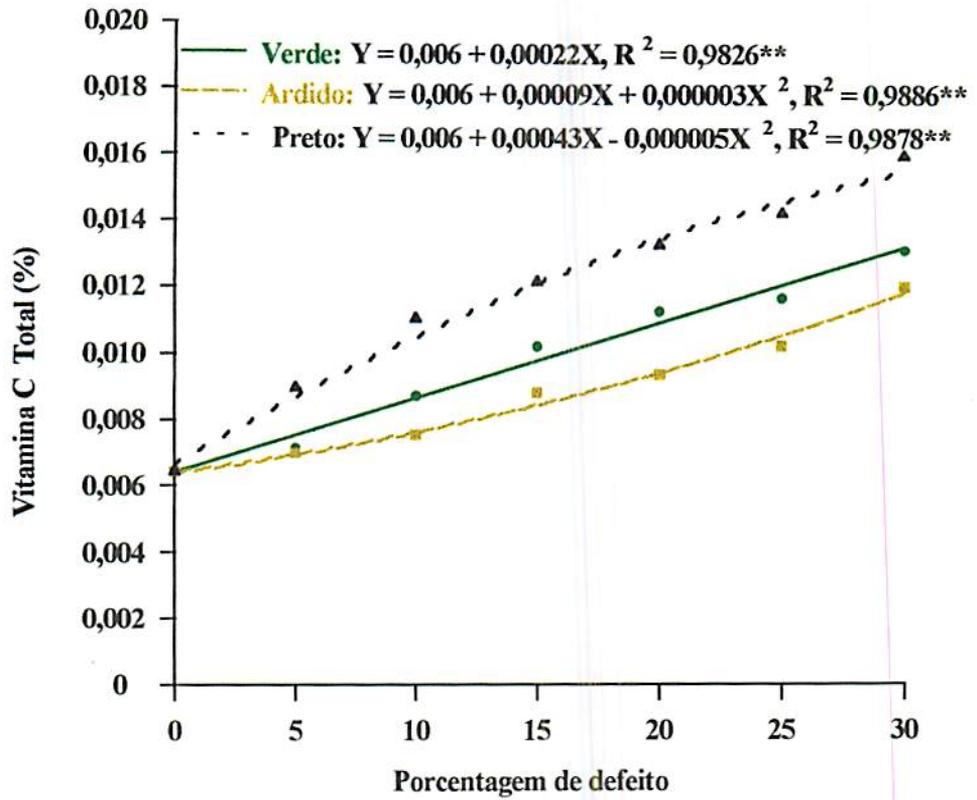


FIGURA 27. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de vitamina C total em função das quantidades de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

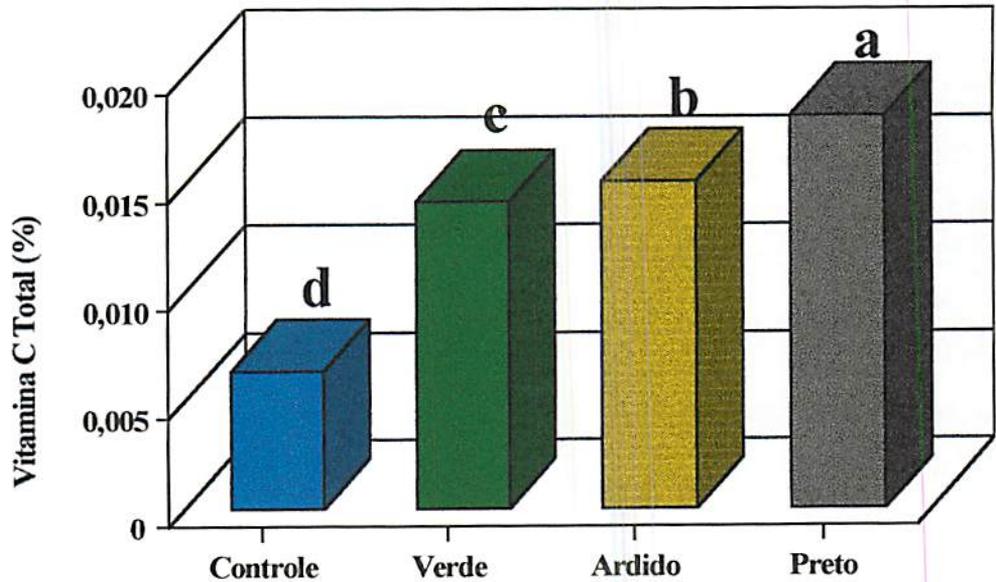


FIGURA 28. Representação gráfica dos teores de vitamina C total nos grãos com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole” (controle).

5 CONCLUSÕES

1. Os grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” diferem significativamente do café de bebida estritamente mole quanto à composição química, para todas as variáveis analisadas.

2. Ocorre redução na qualidade do café com a adição dos três tipos de defeitos, segundo a atividade da polifenoloxidase, podendo-se constatar os seguintes efeitos:

- Defeito “verde”: o café de bebida estritamente mole (extra-fino) transforma-se em “mole” e “apenas mole” (fino) após a adição de 5% e 10% deste defeito; “duro” (qualidade aceitável) com 15%, 20% e 25% e “riado” e “rio” com 30%.

Cafés considerados como de bebida estritamente mole, mantém esta classificação com a presença de quantidades inferiores a 2,89% de defeito “verde”; classificam-se como “mole” e “apenas mole” com proporções variáveis entre 2,89% a 12,45% deste defeito; tornam-se “duros” com 12,46% a 26,79% e “riado” e “rio”, com proporções superiores a 26,79%.

- Defeito “ardido”: o café “estritamente mole” torna-se “mole” e “apenas mole” (fino) com 5% deste defeito, “duro” com 10%, 15% e 20% e, “riado” e “rio” com 25% e 30%.

Proporções inferiores a 1,44% de grãos “ardidos” não alteram a qualidade do café “estritamente mole”; quantidades variando de 1,44% a 9,95%, transformam o

café de bebida “estritamente mole” em café de bebida “mole” e “apenas mole”; cafés com 9,95% a 22,70% de grãos “ardidos” tornam-se “duros” e com quantidades superiores a 22,70%, classificam-se como “riado” e “rio”.

- Defeito “preto”: proporciona redução na qualidade de “estritamente mole” para “mole” e “apenas mole” com 5% de inclusão deste defeito; no nível 10% o café enquadra-se no padrão “duro”, e a partir de 15%, torna-se “riado” e “rio”.

Para que não ocorra redução na qualidade do café “estritamente mole”, admite-se a presença de quantidades inferiores a 1,04% de grãos “pretos”; quantidades de 1,04 a 5,16% provocam um declínio para “mole” e “apenas mole”. Proporções de 5,16% a 14,11% transformam o café de bebida “estritamente mole” em bebida “dura” e quantidades superiores a 14,11% em “riada” e “rio”.

3. A inclusão de quantidades crescentes dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” provoca reduções significativas nos teores de umidade, açúcares totais e açúcares não redutores e aumentos significativos dos valores de compostos fenólicos totais, lixiviação de potássio, porcentagem de perda de potássio, açúcares redutores, proteína total, extrato etéreo, fibra bruta e vitamina C total.

4. Os grãos “ardidos” e “pretos” causam elevação dos valores de acidez titulável total acompanhada por redução de pH, enquanto o defeito “verde” ocasiona diminuição da acidez titulável total contrapondo-se ao aumento de pH.

DISCUSSÃO GERAL

A redução na qualidade da bebida como consequência da presença de grãos “verdes”, “ardidos” e “pretos” no café beneficiado, tem sido confirmada por diversas pesquisas. Porém, trabalhos relacionados à composição química destes defeitos, bem como as alterações que ocorrem na qualidade e composição química do café classificado como “estritamente mole”, em virtude da presença dos mesmos são escassas.

A precisão da classificação da bebida pela tradicional “prova de xícara”, tem sido muito questionada, principalmente por existir uma tendência de se considerar a bebida “dura” como valorização máxima da qualidade do café. Assim, várias pesquisas têm sido conduzidas visando correlacionar a composição química dos grãos e a qualidade da bebida, podendo-se destacar entre elas, trabalhos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e Universidade Federal de Lavras (UFLA), nos quais foram constatadas correlações significativas entre atividade enzimática da polifenoloxidase e qualidade da bebida. Estes estudos propiciaram a elaboração de uma tabela de classificação objetiva da qualidade segundo a atividade desta enzima, como um método auxiliar à “prova de xícara”.

A qualidade do café é um aspecto imprescindível para a conquista de novos mercados e, pesquisas que caracterizem quimicamente o café brasileiro, além de auxiliar e incentivar produtores a melhorar a qualidade de seu produto, podem certamente, demonstrar também em nível internacional, que além de maior produtor,

o Brasil tem potencialidade para se tornar um centro de referência em termos de estudos relacionados ao café e também de oferecer com segurança ao mercado, produtos diferenciados em termos de qualidade.

Face o exposto, este trabalho, além de fornecer subsídios para novas investigações científicas, teve como objetivos, verificar a influência de quantidades crescentes de inclusão dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” na composição química do café “estritamente mole”; confirmar a redução na qualidade dos grãos principalmente através de análises da atividade enzimática da polifenoloxidase e lixiviação de potássio e caracterizar quimicamente os defeitos “verde”, “ardido” e “preto” comparando-os ao café “estritamente mole”.

Contatou-se principalmente que, os defeitos “verde”, “ardido” e “preto” diferem significativamente do café “estritamente mole” quanto à composição química e qualidade, para todas as variáveis analisadas. A redução na qualidade do café com a inclusão dos três tipos de defeitos, manifestou-se principalmente, através de declínios na atividade enzimática da polifenoloxidase: cafés considerados como de bebida estritamente mole, mantêm esta classificação com a presença de quantidades inferiores a 2,89% de defeito “verde”; classificam-se como “mole” e “apenas mole” com proporções variáveis entre 2,89% a 12,45%; tornam-se “duros” com 12,46% a 26,79% e “riado” e “rio”, com proporções superiores a 26,79%.

Proporções inferiores a 1,44% de grãos “ardidos” não alteram a qualidade do café “estritamente mole”; quantidades variando de 1,44% a 9,95%, transformam o café de bebida “estritamente mole” em café de bebida “mole” e “apenas mole”; cafés com 9,95% a 22,70% de grãos “ardidos” tornam-se “duros” e com quantidades superiores a 22,70%, classificam-se como “riado” e “rio”.

Para que não ocorra redução na qualidade do café “estritamente mole”, admite-se a presença de quantidades inferiores a 1,04% de grãos “pretos”; quantidades de 1,04 a 5,16% provocam um declínio para “mole” e “apenas mole”.

Proporções de 5,16% a 14,11% transformam o café de bebida “estritamente mole” em bebida “dura” e quantidades superiores a 14,11% em “riada” e “rio”.

A inclusão de quantidades crescentes dos defeitos “verde”, “ardido” e “preto” provoca reduções significativas nos teores de umidade, açúcares totais e açúcares não redutores e aumentos significativos dos valores de compostos fenólicos totais, lixiviação de potássio, porcentagem de perda de potássio, açúcares redutores, proteína total, extrato etéreo, fibra bruta e vitamina C total. Os grãos “ardidos” e “pretos” causam elevação dos valores de acidez titulável total acompanhada por redução de pH, enquanto o defeito “verde” ocasiona diminuição da acidez titulável total contrapondo-se ao aumento de pH.

É importante ressaltar que estes resultados confirmam que a qualidade do café, encontra-se intimamente relacionada à sua composição química e que as alterações ocasionadas pela inclusão de grãos defeituosos poderão refletir-se nas características sensoriais destes cafés após a torração.

Na classificação da qualidade através da atividade enzimática da polifenoloxidase, através da tabela proposta por Carvalho et al. (1994), os cafés de bebida riada e rio foram enquadrados como inaceitáveis para exportação. Porém, mais recentemente, têm ocorrido uma intensificação da demanda por produtos que atendam determinados segmentos de consumidores, muitos dos quais têm preferência por cafés com características destes tipos de bebidas, ou mesmo misturas que contenham estes grãos. Sugere-se assim, que os cafés “riado” e “rio” sejam aceitos como produtos que atendam mercados específicos, já que atualmente os mesmos também têm sua cota de participação nas exportações brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. M. A.; CARVALHO, V. D; BOTREL, N. Efeito de níveis de adição de defeito “verde” na composição química de cafés classificados como bebida “estritamente mole”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.6, p.456- 461, jun. 1996.

ALVES, E. **População fúngica associada ao café (*Coffea arabica* L.) beneficiado e às fases pré e pós colheita - relação com a bebida e local de cultivo.** Lavras: UFLA, 1996. 49 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

AMORIM, H.V. **Relação entre alguns compostos orgânicos de grão de café verde com a qualidade da bebida.** Piracicaba: ESALQ, 1972. 136p.(Tese - Doutorado em Bioquímica).

AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade do café.** Piracicaba: ESALQ, 1978. 85p. (Tese - Livre Docência em Bioquímica).

AMORIM, H.V.; JOSEPHSON, R.V. Water soluble protein and non protein components Brazilian green coffee beans. *Journal of Food Science*, Chicago, v.40, n.5, p.1179-1184, 1975.

AMORIM, H.V.; MELO, M. Significance of enzymes in coffee. In: ____ **Food Enzymology.** Crown House: Fox, 1991, p.189-209.

AMORIM, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. *Nature*, New York, v.219, n.5152 p.381-382, July 1968.

- AMORIM, H.V.; SMUCKER, R.; PFIZTER, R. Some physical aspects of Brazilian green coffee beans and the quality of the beverage. **Turrialba**, San Jose, v.26, n.1, p.24-27, ene./mar. 1976.
- AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A.; GUERCIO, M.A.; CRUZ V.F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. II. Phenolic compounds. **Turrialba**, San Jose, v.24, n.2, p.217-221, abr./jun. 1975.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ, Rio de Janeiro:Agrevo, [1996]. v.2. 60p.
- ARCILA-PULGARIN, J. VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Relación entre la actividad de la polifenoloxidase (PFO) y las pruebas de catación como medidas de la bebida de café. **Cenicafé**, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, abr./jun 1975.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 684 p.
- BACCHI, O. Seca da semente de café ao sol. **Bragantia**, Campinas, v.14, n.22, p.225-236, nov. 1955.
- BACCHI, O. Novos ensaios sobre a seca da semente ao sol. **Bragantia**, Campinas, v.15, n.8, p.83-91, maio 1956.
- BÁRTHOLO, F.G.; MAGALHÃES FILHO, A.A.R. de; GUIMARÃES, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v.14, n.162, p.33-44, jul. 1989.
- BASSOLI, P.G. **Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiros: uma análise multivariada**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. 1992. 110p. (Dissertação - Mestrado em Bioquímica).

- BERJAK, P.; VILLIERS, T.A. Ageing in plant embryos. V. Lysis of the cytoplasm in nonviable embryos. *New Phytologist*, London, v.71, n.4, p.1075-1079, Mar. 1972.
- BITANCOURT, A.A. As fermentações e podridões da cereja de café. *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, v.3, n.32, p.7-14, jan. 1957.
- BRETT, C. WALDRON, K. *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. London: Unwin hyman, 1990. 193p.
- CALLE, H.V. Pruebas químicas para determinar la calidad de café. *Cenicafé*, Caldas, v.14, n.3, p.187-194, jul./set. 1963.
- CAMARGO, A.P.; SANTINATO, R. CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18, Araxá, 1992. *Resumos...* Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1992. p.70-74.
- CANNEL, M.G.R. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M.N.; WILSON, K.C. (eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. Westport: AVI, 1985. p.108-134.
- CANNEL, M.G.R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. *Journal Horticultural Science*, Ashford, v.46, n.3, p.263-272, July 1971.
- CARNEIRO FILHO, F.. Qual o café que o mercado quer? É a pergunta de alguns cafeicultores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, Águas de Lindóia, 1996. *Resumos...* Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1996. p. 23-24.
- CARVALHO, A. A secagem do café em terreiro. *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, v.31, n. 353, p. 34-35, 1956.

- CARVALHO, A.; GARRUTI, R.S.; TEIXEIRA, A.A.; PUPO, L.M.; MONACO, L.C. Ocorrência dos principais defeitos do café em várias fases de maturação dos frutos. **Bragantia**, Campinas, v.29, n.20, p.207-20, jun. 1970.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-92, jun. 1985.
- CARVALHO, V.D.; de; CHALFOUN, S.M.S.; CHAGAS, S.J.de R. Relação entre classificação de café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p.25-26.
- CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M.;BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade da bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.
- CHAGAS, S.J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. Lavras:ESAL, 1994. 83p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- CHALFOUN, S.M.S. **O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais-relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. Lavras:UFLA, 1996. 171p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)
- CHALFOUN, S.M.S.; CARVALHO, V. D. Cuidados na colheita e no preparo do café. Lavras: EPAMIG, 1992, 4p. (Circular Técnica, 20).
- CHITARRA, M. I. F.;CHITARRA, A. B. Qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças. In: ____. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1990. cap.8, p. 235-288.

- CLIFFORD, M.N. Chlorogenic acids. In: CLARKE, J.R.;MACRAE, R. **Coffee 1. Chemistry**, London:Elsevier Science, 1985. p. 153-202.
- CLIFFORD, M.N.; RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Tannins in wet-processed coffee beans and coffee pulp. **Food Chemistry**, Oxford, v.40, n.2, p.191-200, May. 1991.
- CORTEZ, J.G. Aplicações da espectroscopia fotoacústica na determinação da qualidade do café. **Cafeicultura Moderna**, Campinas, v.1, n.2, p.31-33, jul./ago. 1988.
- DART, S.K.; NURSTEN,H.E. Volatile components. In: CLARKE, J.R.;MACRAE, R. **Coffee 1. Chemistry**, London:Elsevier Science, 1985. Cap. 7. p. 223-265, 1985.
- DENTAN, E. Examen microscopique de gran de café rioté. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM EN COFFEE,12, Montreux, 1987. **Proceedings...**Paris: ASIC, 1987. p. 186-188.
- DRAETTA, L.S.; LIMA, D.C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p.13-28, jun. 1976.
- ESTEVES, A.B. Acidificação ao longo do tempo da gordura do grão de café cru. **Estudos Agronômicos**, Lisboa, v.1, n.4, p.297-317, out./dez., 1960.
- FELDMAN, J.R.; RYDER, W.S.; KUNG, J.T. Importance of nonvolatile compounds to the flavor of coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.17, n.4, p.733-739, Sept./Oct. 1969.
- FONSECA, H.; GUTIERREZ, L.E.; TEIXEIRA, A.A. Nitrogênio total de grãos de cafés verdes e diferentes tipos de bebida. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 31, p.492-94, 1974.

- GARRUTI, R. dos S.; GOMES, A.G. Influência do estágio de maturação sobre a qualidade do café do Vale do Paranaíba. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.44, p. 989-995, out. 1961.
- GERMAN-V. A. Actividad enzimática en el grano de café en relación con la calidad de la bebida de café. **Cenicafé**, Caldas, v.23, n.1, p.3-18, ene./mar. 1972.
- GERMAN-V. A. Fatores que incidem em la formación de granos negros y caída de frutos verdes de café. **Cenicafé**, Caldas, v.24, n.2, p.47-55, abr./jun. 1973.
- GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, n. 4, p.371-382, Dec. 1963.
- GUYOT, B.; PETNGA, E. VINCENT, J.C. Analyse qualitative d'un *Coffea canephora* var, robusta en fonction de la maturité. Evolution des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques. **Café Cacao Thé**, Paris, v.32, n.2, p.127-140, avr/juin 1988.
- HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press. 1970. v.1. 620p.
- HULTIN, H.O.; LEVINE, A.S. Pectin methyl esterase in ripening banana. **Journal of Food Science**, Chicago, v.30, n.6, p.917-921, Nov./dec. 1965.
- ILLY, E. BRUMEN, G.M. MASTROPASQUA, L.; MAUGHAN, W. Study on the characteristics and the industrial sort of defective beans in green coffee lots. In: COLÓQUIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL SOBRE O CAFÉ, 10, Salvador, 1982. **Resumos...** Salvador: ASIC, 1982, p.99-128.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: Manual de recomendações. 2.ed. Rio de Janeiro, 1977. 36p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Quantitative descriptive flavour profiling of coffees from COOPARAÍSO-MG, Brasil.** London, 1991a. n.p. (Report de Evaluacion Sensorial)

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Flavour profiles of commercial roasted and ground coffee samples from Brasil.** London, 1991b. n.p. (Sensory Report).

JORDÃO, B.A.; GARRUTI, R.S.; ANGELUCCI, E.; TANGO, J.S.; TOSELLO, Y. Armazenamento de café beneficiado a granel, em silo com ventilação natural. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.3, p.253-281, jun. 1969/1970.**

KRUG, H.P. Cafés duros. II. Um estudo sobre a qualidade dos cafés de varrição. **Revista do Instituto do Café, São Paulo, v.27, n.163, p.1393-1396, set. 1940.**

KRUG, H.P. A origem dos cafés duros. **Boletim de Agricultura, São Paulo, v.48, p.397-406, jun. 1947.**

KRUG, H.P. Cafés duros. III. Relação entre porcentagem de microorganismos e qualidade do café. **Revista do Instituto do Café, São Paulo, v.15, n.165, p.1827-1831, nov. 1940.**

LAZZARINI, W.; MORAES, F.R.P. Influência dos grãos deteriorados (“tipo”) sobre a qualidade da bebida de café. **Bragantia, Campinas, v.17, n.7, p. 109-118, dez. 1958.**

LEINO, M.; KAITARANTA, J.; KALLIO, H. Comparison of changes in headspace volatiles of some coffee blends during storage. **Food Chemistry, Oxford, v.43, n. 1, p.35-40, Jan. 1992.**

- LEITE, I.P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.).** Lavras: ESAL, 1991. 131p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- LEON, T.M.;FOURNIER,M.J. L. **Crecimiento e desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L.,** Turrialba, San Jose, v.12, n.2, p.65-74, abr./jun. 1962.
- LOCKHART, E.E. **Chemistry of coffee.** New York: The Coffee Brewing Institute, 1957. 10p. (Publication, 25)
- MARIA,C.A.B.;TRUGO,L.C.;MOREIRA,R.F.A.;WERNECK,C.C.**Composition of green coffee fractions and their contribution to the volatile profile formed during roasting. Food Chemistry.** Oxford, v.50, n.2 , p.141-145 1994.
- MATIELLO, J.B. Manejo do cafezal. In:____. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991.Cap.5, p.171-271 (Coleção do Agricultor-grãos).
- MATIELLO,J.B. (coord.). **Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais.** Belo Horizonte:FAEMG, 1996. 52p.
- MEIRELLES, A.M.A. **Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos de café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do Estado de Minas Gerais.** Lavras: ESAL, 1990. 71p. (Dissertação - Mestrado em Fito-tecnia).
- MENCHU,J.F.; IBARRA,E. **The chemical composition and quality of Guatemalan coffee.** In: Colloque sur la Chimie des Cafes Verts, Torrefiés et leurs Derivés. Troisième. Trieste. p.144-154, 1967.
- MENEZES, H.C. de. **The relationship between the state of maturity of raw coffee beans and the isomers of caffeoylquinic acid. Food Chemistry.** v.50, n.3, p.293-296, july 1994.

- MICHAEL SIVETZ, M. S. Chemical properties of coffee. In: _____. **Coffee processing technology**. Westport: AVI, 1963. Cap. 17, v.2, p. 162-186.
- MYIA, E.E.; GARRUTI, R.S.; CHAIB, M.A.; ANGELUCCI, E.; FIGUEIREDO, I.; SHIROSE, I. Defeitos do café e qualidade da bebida. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p.417-432, 1973/1974.
- NAVELLIER, P. Coffee. **Encyclopedia of industrial chemical analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1970. v.10, p.373-447.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p.375-84, apr. 1944.
- NORTHMORE, J.M. Some factors affecting the quality of Kenya arabica coffee. **Turrialba**, San Jose, v.15, n.3, p.184-93, jul./set. 1965.
- OHIOKPEHAI, O.; BRUMEN, G.; CLIFFORD, M.N. The chlorogenic acids content of some peculiar green coffee beans and the implications for beverage quality. In: COLÓQUIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL SOBRE O CAFÉ, 10, Salvador, 1982. **Resumos...**, Salvador:ASIC, 1982 .p.177-185.
- OLIVEIRA, J.C. DE. **Relação da atividade enzimática da polifenoloxidase, peroxidase e catalase dos grãos de café e a qualidade da bebida**. Piracicaba:ESALQ, 1972. 80p. (Tese-Doutorado em Bioquímica).
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFE. **El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto en la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el estado de Paraná en Brasil**: Londres, 1992.n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

- PIMENTA, C.J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de diferentes frutos colhidos em quatro estádios de maturação.** Lavras : UFLA, 1995. 94p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- PONTING, J.D., JOSLING, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, new york, v.19, p.47-63, 1948.
- PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** Piracicaba: ESALQ, 1992. 125 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.26-40, jun. 1985.
- ROBISON, D.S.; ESKIN, N.A.M. (ed.). **Oxidative enzymes in foods.** London: Elsevier Applied Science, 1991. 314p.
- ROTEMBERG, G.B.; IACHAN, A. Método químico automático para diferenciação de "café-bebida". **Revista Brasileira de Tecnologia**, São Paulo, v.2, n.2, p.67-69, jun. 1971.
- SALAZAR-GUTIERREZ, M.R.; CHAVES-CÓRDOBA, B.; RIANO-HERRERA, N.M.; ARCILA-PULGARIN, J.; JARAMILLO-ROBLEDO, A. Crecimiento del fruto de café *Coffea arabica* L. var. Colombia. **Cenicafé**, Caldas, v.45, n.2, abr./jun. 1994.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 2. ed. Viçosa:UFV, 1990. 165 p.
- SILVEIRA, J.S.M.; CARVALHO, C.H.S. Efeito da época de colheita na qualidade do café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1996. p.109-110.

SPADONE, J.C.; TAKEOKA, G.; LIARDON, R. Analytical investigation of rancid flavour in green coffee. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. New York, v.38, n.1, p.226-233, Jan. 1990.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas, modos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TANGO, J.S. Utilização industrial do café e dos seus subprodutos. **Boletim do ITAL**, Campinas, n. 28, p.48-73, dez. 1971.

TEIXEIRA, A.A.; PEREIRA, L.S.P.; PIMENTEL GOMES, F.; CRUZ, V.F.R.; CASTILHO, A. A influência de grãos pretos em ligas com café de bebida mole. **Boletim do Instituto Brasileiro do Café**, Rio de Janeiro, n.3, p.10, 1968.

TEIXEIRA, A.A.; PIMENTEL GOMES, F. O defeito que mais prejudica o café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.45, n.1, p. 3-8, mar. 1970.

TEIXEIRA, A.A.; PIMENTEL GOMES, F.; CRUZ, V.F. A influência de grãos ardidos em ligas com café de bebida mole. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.23, n.6, p.683-687, dez. 1971.

TEIXEIRA, A.A.; PIMENTEL GOMES, F.; PEREIRA, L.S.P.; MORAES, R.S.; CASTILHO, A. A influência de grãos verdes em ligas com cafés de bebida mole. **Boletim Técnico do Instituto Brasileiro do Café**, Rio de Janeiro, n.3, p.15, 1970.

TRUGO, L.C. Carbohydrates. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee: Chemistry**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. Cap. 3, p. 83-113.

VAN DE KAMER, S.B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.19, n.4, p.239-251, July./Aug. 1952.

VANOS, V. Preliminary microbial ecological studies in Rio coffee beans. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON COFFEE, 12, Montreux, 1987. **Proceedings...** Paris: ASICS, 1988. p. 117-126.

WHITAKER, H.R. **Principles of enzymology for the food sciences**, New York: Marcel Dekker, 1972. Cap. 22, p. 571-582.

WOODMAN, J.S. Carboxylic acids. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R.. **Coffee: chemistry**. London: Elsevier Publishers, 1985. v. 1, p. 266-291.

WOSIACK, G. **Produção de enzimas hidrolíticas por fungos isolados do café**. Curitiba: UFPR, 1971. 33p. (Dissertação - Mestrado).

ZAWISTOWSKI, J.; BILIADERIS, C.G.; ESKIN, N.A.M. Polyphenoloxidases. In: ROBINSON, D.S.; ESKIN, N.A. M. **Oxidative enzymes in foods**. Crown House, Elsevier Science Publishers, 1991. p. 217-274.

ZULUAGA-VASCO, J. Los factores que determinan la calidad del café verde, In: **CONFERÊNCIAS COMEMORATIVAS. 50 anos de Cenicafé, 1938-1988**. 1990. p. 167-183

APÊNDICE

TABELA 1A: Quadrados médios da análise de variância das variáveis: umidade (UM), acidez titulável total (ATT), pH, açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) referentes as amostras de grãos de cafés com defeitos verde, ardido e preto, e suas adições em café de bebida “estritamente mole”.

Causa de variação	GL	Quadrado médio					
		UM	ATT	pH	AT	AR	
Defeito (D)	2	0,2238**	3453,3492**	0,01569**	2,0081**	0,0285**	
Adição defeito (A)	6	0,2219**	16,7566NS	0,00066**	10,4107**	0,0867**	
Interação D x A	12	0,0165*	550,7566**	0,00191**	0,1433*	0,0017**	
Adição: Verde	RL	1	0,4393**	3800,2976**	0,00428**	18,4420**	0,1206**
	RQ	1	0,1349**	78,8928NS	0,00004NS	0,1613NS	0,0015**
	RC	1	0,0176NS	40,5000NS	0,00020NS	0,0050NS	0,0024**
	DR	1	0,0113NS	33,0873NS	0,00006NS	0,0485NS	0,0001NS
Adição: Ardido	RL	1	0,3158**	1782,9642**	0,00652**	16,1175**	0,1766**
	RQ	1	0,0007NS	313,3373NS	0,00005NS	1,0023**	0,0010*
	RC	1	0,0123NS	34,7222NS	0,00002NS	0,6747**	0,0001NS
	DR	1	0,0106NS	7,2142NS	0,00002NS	0,0180NS	0,0010**
Adição: Preto	RL	1	0,5237**	372,9642NS	0,01414**	25,7709**	0,2199**
	RQ	1	0,0177NS	12,8928NS	0,00033NS	0,9775**	0,0117**
	RC	1	0,0015NS	84,5000NS	0,00055*	0,2291NS	0,0033**
	DR	1	0,0003NS	22,5476NS	0,00014NS	0,2014*	0,0001NS
Resíduo	42	0,0062	135,6825	0,00011	0,0640	0,0001	
C.V.(%)		0,801	4,694	0,182	3,512	2,493	
Média Geral		9,90	248,12	5,94	7,21	0,54	

TABELA 2A: Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância das variáveis: umidade (UM), acidez titulável total (ATT), pH, açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) para defeitos verde, ardido e preto e um café “estritamente mole”(controle).

Causa de variação	GL	Quadrado médio				
		UM	ATT	pH	AT	AR
Defeito	3	0,8332**	8819,4440**	0,1153**	26,4868**	0,1965**
Resíduo	20	0,0289	93,7499	0,0001	0,0931	0,0003
C.V.(%)		1,78	3,81	0,19	5,14	2,71
Média Geral		9,57	254,16	5,99	5,93	0,64

NS, * e ** não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade

TABELA 3A: Quadros médios da análise de variância das variáveis: açúcares não redutores (ANR), proteína total (PT), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) referentes as amostras de grãos de café com defeitos verde, ardido e preto, e suas adições em café de bebida "estritamente mole".

Causa de	GL	Quadrado médio			
variação		ANR	PT	EE	FB
Defeito (D)	2	2,2597**	2,1205**	10,2411**	2,9830**
Adição defeito (A)	6	11,3584**	5,8306**	7,6322**	40,3600**
Interação D x A	12	0,1364*	0,1344**	0,7407**	0,4457**
Adição: Verde	1	20,0724**	12,3441**	23,8613**	90,1071**
RQ	1	0,3368*	0,1662**	3,9926**	1,7168**
RC	1	0,0007NS	0,1536**	1,2350**	0,0800NS
DR	1	0,0409NS	0,0287**	0,0302NS	0,2358*
Adição: Ardido	1	18,3026**	7,5611**	1,0329**	59,8429**
RQ	1	1,0738**	0,0759*	2,1626**	0,0048NS
RC	1	0,8764**	0,1378**	1,8785**	0,0000NS
DR	1	0,0241NS	0,0347NS	0,1189NS	0,04566NS
Adição: Preto	1	25,6890**	15,5040**	12,1068**	94,0858**
RQ	1	1,3750**	0,1295**	2,7972**	0,5432**
RC	1	1,6531**	0,2688**	4,3660**	0,2222NS
DR	1	0,0708NS	0,0216NS	0,2671**	0,0206NS
Resíduo	42	0,0758	0,0176	0,0516	0,0682
C.V.(%)		4,335	0,825	2,230	1,791
Média Geral		6,35	16,10	10,19	14,58

TABELA 4A: Quadros médios da análise de variância das variáveis: açúcares não redutores (ANR), proteína total (PT), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) para defeitos verde, ardido e preto e em café "estritamente mole" (controle).

Causa de	GL	Quadrado médio			
variação		ANR	PT	EE	FB
Defeito	3	29,7609**	17,9101**	19,2128**	84,0772**
Resíduo	20	0,1691	0,0676	0,0176	0,0936
C.V.(%)		8,12	1,49	1,27	1,78
Média Geral		5,06	17,47	10,44	17,17

NS, * e ** não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade

TABELA 5A: Quadros médios da análise de variância das variáveis: polifenoloxídase (PFO), fenólicos totais (FT), vitamina C total (VCT), lixiviação de potássio (LIX) e perda de potássio (PP) referentes as amostras de grãos de café com defeitos verde, ardido e preto, e suas adições em café de bebida "estritamente mole".

Causa de variação	GL	Quadrado médio	FT	VCT	LIX	PP
Defeito (D)	2	65,7392**	10,7443**	46,8488**	174,2697**	0,01303**
Adição defeito (A)	6	298,9337**	5,5669**	57,3369**	860,1956**	0,04492**
Interação D x A	12	9,2249**	0,3300**	1,7480**	17,8662**	0,00086**
Adição: Verde	RL	1	500,6881**	12,9902**	106,8802**	1081,3085**
	RQ	1	11,7521*	2,4851**	0,4144NS	3,6721NS
	RC	1	6,7957NS	1,0917**	0,0724NS	11,4720NS
	DR	1	5,2045NS	0,1527**	0,4675**	4,0375NS
Adição: Ardido	RL	1	632,1738**	3,6121**	51,6593**	1835,7788**
	RQ	1	0,6042NS	0,1675**	4,4008**	0,0792NS
	RC	1	57,7813**	0,1422**	0,1376NS	2,9686NS
	DR	1	3,9230NS	0,0143NS	0,4104NS	10,9406NS
Adição: Preto	RL	1	511,6855**	8,9741**	181,8773**	2365,6058**
	RQ	1	114,0357**	5,5702**	3,2279**	8,7696NS
	RC	1	25,8240**	1,3916**	2,1245**	0,0008NS
	DR	1	5,1928NS	0,1455**	0,0533NS	6,9930NS
Resíduo	42	2,1459	0,0191	0,0542	3,9206	0,00001
C.V.(%)		2,439	2,511	2,310	4,915	0,926
Média Geral		60,06	5,50	10,07	40,28	0,25

NS, * e ** não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade

TABELA 6A: Quadros médios da análise de variância das variáveis: pectinametilsterase (PME) e polifenoloxídase (PFO), fenólicos totais (FT), vitamina C total (VCT), lixiviação de potássio (LIX) e perda de potássio (PP) para defeitos verde, ardido e preto e um café "estritamente mole" (controle).

Causa de variação	GL	Quadrado médio	FT	VCT	LIX	PP
Defeito	3	763,3431**	14,5596**	151,9566**	3603,1236**	0,20203**
Resíduo	20	4,6276	0,0245	0,1224	1,1000	0,00012
C.V.(%)		3,96	2,61	2,59	1,78	2,81
Média Geral		54,27	6,01	13,52	58,66	0,39

NS, * e ** não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade

Tabela 7A: Valores médios das variáveis analisadas nos grãos de café com defeito “verde”, “ardido”, “preto” e no café “estritamente mole”(controle).

Variáveis	Tratamentos			
	Controle	Verde	Ardido	Preto
Polifenoloxidase (U/mim/g)	70,77	52,27	47,21	46,82
Fenólicos totais (%)	3,86	7,29	5,86	7,00
Lixiviação de K (ppm/g)	26,40	52,94	75,85	79,46
Perda de K (%)	0,14	0,35	0,51	0,55
Umidade (%)	10,12	9,37	9,49	9,30
Acidez tit. total (ml NaOH 0,1N/100g)	250,00	204,16	295,83	266,66
Açúcares totais (%)	9,03	5,29	5,01	4,39
Açúcares redutores (%)	0,38	0,68	0,72	0,79
Açúc. não-redutores (%)	8,33	4,55	3,91	3,45
Proteína total (%)	14,96	17,73	18,55	18,66
Extrato etéreo (%)	8,19	12,15	9,85	11,56
Fibra bruta (%)	11,66	19,13	18,06	19,83
Vitamina C tota (%)	0,006	0,014	0,015	0,018