



**POTENCIAL DA REGIÃO SUL DE MINAS
GERAIS PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS
ESPECIAIS**

SILVIO JÚLIO DE REZENDE CHAGAS

2003

SILVIO JÚLIO DE REZENDE CHAGAS

**POTENCIAL DA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS PARA A
PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientadora

Profa. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira



**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos
Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Chagas, Silvio Júlio de Rezende

Potencial da Região Sul de Minas Gerais para a produção de
café especiais / Silvio Júlio de Rezende Chagas. -- Lavras :
UFLA, 2003.

91 p. : il.

Orientadora: Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

I. Café 2. Produção. 3. Composição química. 4. Qualidade. 5.
Classificação física. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.73

663.93

SILVIO JÚLIO DE REZENDE CHAGAS

**POTENCIAL DA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS PARA A
PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

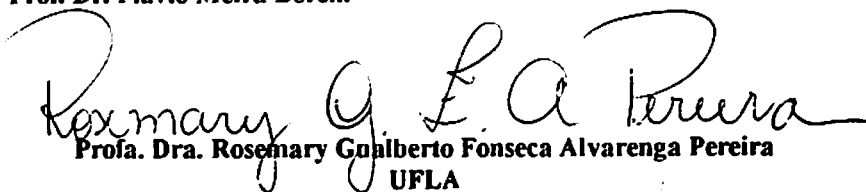
Aprovada em 19 dezembro de 2003.

Pesquisadora Dra. Sára Maria Chalfoun de Souza

Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

Pesquisador Dr. Gabriel Ferreira Bartholo

Prof. Dr. Flávio Meira Borém



Profa. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira
UFLA
(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus, pela vida,

Aos meus pais, Silvio e América,

Aos meus irmãos,

Aos meus amigos,

Dedico.

**Aos meus filhos, Fabrício, Rodolfo e Rafael e à minha esposa e
companheira de muitos anos, Miriam.**

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força e coragem para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela liberação para que pudesse realizar este curso.

Ao CNPq/Bioex, pela liberação dos recursos para a condução de nosso projeto de pesquisa.

Ao Dr. Carlos Henrique (in memoriam), que muito batalhou para que este projeto fosse realizado pela UFLA e EPAMIG.

À amiga e estimada professora Dra. Vânia Déa de Carvalho, pelo grande incentivo para que realizássemos este curso.

À amiga, colega e orientadora, professora Dra. Rosemary G. F. A. Pereira, pelo incentivo e ensinamentos.

À colega da EPAMIG, Dra. Sara Maria Chalfoun de Souza, pela amizade e valiosa colaboração durante a realização do curso.

Ao colega Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, pelas valiosas sugestões e amizade.

Ao Prof. Evódio Ribeiro Vilca, pela amizade e grande colaboração na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes, pela valiosa colaboração nas análises estatísticas.

Ao colega Marcelo R. Malta, pela amizade e colaboração na realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelos sábios ensinamentos.

Aos pesquisadores e todos os demais funcionários da EPAMIG, pela amizade e apoio.

Aos laboratoristas da EPAMIG, Samuel, Geraldo, Eliane e Ismael Alves (In memoriam), pela amizade, coleguismo e valiosa colaboração nas análises laboratoriais.

Ao técnico da EPAMIG, Gilmar José Cereda, pelo difícil trabalho de coleta de amostras nos 22 municípios do Sul de Minas.

A todos os cafeicultores dos municípios estudados, que gentilmente nos cederam as amostras de café.

Aos alunos de graduação da UFLA, bolsistas do CNPq/BIOEX, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, Gicelda, Cidinha, Tina, Sandra, Piano, Miguel e Eliana, pela amizade de muitos anos.

À minha família, pelo estímulo e incentivo.

Aos colegas e amigos de Curso e todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Qualidade do café.....	4
2.2 Qualidade e composição química.....	9
2.3 Fatores que afetam a qualidade.....	24
2.3.1 Fatores genéticos.....	24
2.3.2 Fatores ambientais.....	25
2.3.3 Maturação dos frutos.....	26
3 CLASSIFICAÇÃO FÍSICA DO CAFÉ.....	30
3.1 Classificação por tipo, bebida, peneira e cor.....	30
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Metodologia analítica.....	36
4.1.1 pH.....	36
4.1.2 Acidez titulável total.....	36
4.1.3 Sólidos solúveis.....	36
4.1.4 Açúcares redutores, não redutores e totais.....	37
4.1.5 Proteína bruta.....	37
4.1.6 Polifenóis.....	37
4.1.7 Cafeína.....	37
4.1.8 Condutividade elétrica.....	37
4.1.9 Lixiviação de potássio.....	37
4.1.10 Atividade da polifenoloxidase.....	38
4.1.11 Delimitação experimental e análise estatística.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1 Composição físico-química.....	39
5.1.1 pH.....	39
5.1.2 Acidez titulável total.....	41
5.1.3 Sólidos solúveis.....	43
5.1.4 Açúcares redutores, não redutores e totais.....	45
5.1.4.1 Açúcares redutores.....	45
5.1.4.2 Açúcares não redutores.....	47
5.1.4.3 Açúcares totais.....	49
5.1.5 Proteína bruta.....	51
5.1.6 Polifenóis.....	53
5.1.7 Cafeína.....	56
5.1.8 Condutividade elétrica.....	58
5.1.9 Lixiviação de potássio.....	60
5.1.10 Atividade da polifenoloxidase.....	62
5.2 Classificação física do café.....	65
6 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXO.....	88

RESUMO

CHAGAS, Silvio Júlio de Rezende. **Potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais.** Lavras: UFLA, 2003, 91 p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos)*

É sabido que a qualidade do café está diretamente relacionada com a composição química dos grãos. Neste contexto, o objetivo principal do presente trabalho foi realizar uma avaliação química e física em amostras de café de 22 municípios da região Sul de Minas Gerais, selecionados por apresentarem uma população cafeeira superior a dez milhões de pés. Foram coletadas amostras de café em dez propriedades de cada município, totalizando 220 amostras. Os municípios estudados foram: Alfenas, Boa Esperança, Botelhos, Cabo Verde, Campestre, Campos Gerais, Carmo de Minas, Carmo do Rio Claro, Guaxupé, Jacutinga, Lavras, Machado, Muzambinho, Nepomuceno, Ouro Fino, Paraguaçu, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião do Paraíso, Três Pontas e Varginha. Após serem beneficiadas, as amostras foram analisadas, quanto às características químicas e classificação física, no Laboratório de Qualidade de Café "Dr. Alcides Carvalho", da EPAMIG, localizado no Centro Tecnológico do Sul de Minas em Lavras, MG, no período de setembro a dezembro de 1998. Foram realizadas as seguintes análises químicas: pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, açúcares (reduzidos, não reduzidos e totais), proteína bruta, polifenóis, cafeína, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase. Também foi feita a classificação dos grãos quanto ao tipo, número de defeitos, percentual de defeitos e os principais defeitos encontrados nas amostras. Tanto para as amostras com defeitos como para as sem defeitos, apresentaram maiores valores de atividade da polifenoloxidase os municípios de Varginha e Ouro Fino, indicando menores danos causados aos grãos, quer por injúrias mecânicas e/ou microbianas, conseqüentemente podendo apresentar melhor bebida. Quanto à condutividade elétrica e lixiviação de potássio, parâmetros que têm uma correlação positiva com a qualidade da bebida, alguns municípios se destacaram com menores valores, tanto para as amostras com defeitos como para as sem defeitos. Os resultados observados nas demais análises realizadas estão dentro ou próximos da faixa de variação indicada para o café arábica e para a produção de cafés especiais.

*Comitê Orientador: Dra. Rosemary G. F. A. Pereira – Profa. UFLA (Orientadora) e Dra. Sara M. Chalfoun de Souza – Pesquisadora EPAMIG.

ABSTRACT

CHAGAS, Silvio Júlio de Rezende Chagas. **Special coffee productions in South of Minas Gerais (MG)**. 2003. 91 p. Thesis (Doctorate in Food science) – Federal University of Lavras. Lavras, MG.*

It is known that coffee quality is directly correlated to coffee grain chemical composition, so, this research was made to evaluate, chemical and physically coffee samples from South of MG in twenty two locations, selected for its coffee plant population over than ten millions. Ten coffee samples were collected from following farms localized at: Alfenas, Boa Esperança, Botelhos, Cabo Verde, Campestre, Campos Gerais, Carmo de Minas, Carmo do Rio Claro, Guaxupé, Jacutinga, Lavras, Machado, Muzambinho, Nepomuccino, Ouro Fino, Paraguaçu, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião do Paraíso, Três Pontas and Varginha, totalizing 220 samples. After grain processing, pH, total titration acidity, soluble solids, sugars (reduced, no reduced and total), crude protein, polyphenols, caffeine content, electric conductivity, potash lixiviation and polyphenoloxidase activity, grain classification as type, defect numbers, defective percentages and main defects found on the samples, were analyzed at EPAMIG's Coffee Quality "Dr. Alcides Carvalho" Laboratory, at South of MG Technological Center from September to December 1998 period. Both samples with and without defects, from Varginha and Ouro Fino, presented greater polyphenoloxidase activity values indicating lesser grain damages caused, by mechanical injuries and/or microbes, presenting consequently better drinking. Electric conductivity and potassium leaching, have positive correlation with drinking quality, presented in some locations, detached values as in samples with as without defects. The results found, are closed or inside the variation band indicated to Coffee arabica and yield of special coffees.

*Guidance committee: Dra. Rosemary G. F. A. Pereira – Profª. UFLA (Adviser) e Dra. Sara M. Chalfoun de Souza– EPAMIG researcher.

1 INTRODUÇÃO

É grande a busca por qualidade no setor alimentício. No mercado de café, esta busca é visível, já que o segmento de cafés especiais representa atualmente cerca de 12% do mercado internacional. O objetivo da Specialty Coffee Association of América, nos EUA, é elevar o consumo em 30% neste ano e aumentar o consumo *per capita* de 4 para 7 kg.

O conceito de cafés especiais é bastante amplo, englobando atributos que vão desde características físicas até parâmetros de diferenciação, como determinadas nuances que irão interferir na qualidade da bebida. Outros fatores, como os de ordem ambiental e social, são preocupações dos compradores internacionais.

O Brasil continua sendo o maior produtor e exportador mundial de café, dominando 30% do mercado e é o segundo maior mercado consumidor, superado apenas pelos Estados Unidos.

Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Bahia são os maiores estados produtores. Em Rondônia, o cultivo de café canéfora tem aumentado significativamente e, conseqüentemente, a preocupação de técnicos e pesquisadores na área de café, com relação ao severo ataque de doenças e pragas devido às condições ambientais. Outro fator determinante para o não estabelecimento da cultura nesse estado é a sua localização, que está fora da faixa de aptidão climática para o café.

No mercado internacional é cada vez mais crescente a demanda por cafés de qualidade superior, haja vista os diversos concursos de qualidade realizados pelas cooperativas e, principalmente, pela Illy Café, da Itália e pela Associação Brasileira de Cafés Especiais.

No Brasil, os consumidores estão se tornando cada vez mais exigentes, preferindo um café de melhor qualidade, o que pode ser observado pela preocupação das indústrias em oferecer um produto que estimule seu consumo. Muito embora grande parte dos cafeicultores

encontre-se descapitalizada devido aos preços baixos aplicados pelos mercados importadores, eles não estão medindo esforços para produzir um café de melhor bebida.

Segundo dados apresentados no Jornal do Café (2002), a produção brasileira de café na safra 2001/2002 foi de 44,69 milhões de sacas de 60 kg. Minas Gerais foi responsável por 22,7 milhões de sacas de arábica (50,8% da produção nacional) e 40 mil sacas de canéfora. As regiões Sul e Oeste responderam por 12,1 milhões de sacas; a região do Triângulo Mineiro/Alto do Paranaíba, 4,25 milhões e a Zona da Mata e Vale do Jequitinhonha, 6,4 milhões de sacas. A produtividade média do estado foi de 21,39 sacas por ha, superior à média nacional, que foi de 19,04 sacas/ha.

Em Minas Gerais, o café tem a sua relevância traduzida pelo emprego de mão-de-obra (até mesmo de outros estados), pela receita proporcionada via Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e pela contribuição do FUNRURAL.

A principal e mais tradicional região cafeeira do estado de Minas Gerais e do Brasil é o Sul de Minas. É uma região que apresenta grande potencial para a produção de cafés especiais que muitas vezes garante ao cafeicultor um ágio aproximado de 20% na comercialização do seu produto. Para isso, são necessários um aprimoramento e a adequação de determinadas técnicas de processamento, principalmente nas fases de pré e pós-colheita.

O café representa mais de 70% da renda média bruta das propriedades cafeeiras do Sul de Minas e é responsável por um grande giro de produtos e insumos destinados às lavouras, ativando o comércio e, conseqüentemente, gerando mais impostos (Souza, 1996). No entanto, nos últimos anos tem-se observado um desestímulo dos cafeicultores em produzir cafés de padrões mais elevados de qualidade em virtude dos baixos preços e da falta de uma política governamental para o setor, quer seja na criação de um programa de comercialização ou um programa de agregação de valor ao produto.

Avaliando amostras de café de 14 municípios da região Sul de Minas, Souza (1996) verificou uma predominância de cafés enquadrados no padrão bebida dura (45,24%), enquanto que 8,73% dos cafés apresentaram padrões de bebida mole/apenas mole e 32,54% estritamente mole. Somente 13,49% das amostras analisadas enquadraram-se no padrão de bebida riada/rio.

Sabendo-se da importância e do potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais, o objetivo do presente trabalho foi o de realizar a avaliação química e física em amostras de café dos 22 municípios mais representativos desta região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade do café

Para Chitarra & Chitarra (1990) a 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, ela pode ser definida como o conjunto de características físicas, sensoriais e químicas que induzem à 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 às 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, e os consumidores, além dos aspectos externos, preocupam-se com as características sensoriais (aroma e sabor).

No caso do café, as características físicas são destacadas pelo tipo, coloração e peneira; as características químicas pela bebida, sabor, aroma e textura oral; características de segurança, quando o produto não é seguro ao consumidor devido à presença de substâncias tóxicas, contaminação pelo uso inadequado de defensivos agrícolas e contaminação microbiana.

No Brasil, em 1949, foi estabelecido o Decreto nº 27.173 aprovando as especificações e tabelas para classificação e fiscalização do café. De modo semelhante, a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos aprovou, em março de 1978, a Resolução nº 12.178, que fixa padrões de qualidade e identidade para alimentos e bebidas, incluindo o café, classificando-o quanto ao tipo, bebida, peneira e cor (IBC, 1985).

Estudos referentes à qualidade do café demonstram que diversos fatores ocasionam modificações físicas e químicas do grão, mudando estas muitas vezes prejudiciais à sua qualidade, fazendo com que o produto receba baixo grau de classificação.

A fim de se ter uma melhoria na qualidade do café, todos os cuidados devem ser tomados, tanto nas fases de pré quanto de pós-colheita dos frutos, devendo-se eliminar ao máximo os fatores que venham a prejudicar a qualidade do produto final.

As classificações de qualidade mais utilizadas baseiam-se nas características físicas dos grãos (tipo, cor e peneira) e sensoriais da bebida (prova de xícara). A classificação por tipo é feita por meio da soma do número de defeitos encontrados em amostras de 300 gramas de café beneficiado. Pela Tabela Oficial Brasileira de Classificação do Café, cada defeito possui sua equivalência e a mesma admite 7 tipos de valores decrescentes de 2 a 8, em termos de qualidade. Nesta mesma tabela existe uma coluna de pontos, na qual se lê o número de pontos atribuídos aos tipos e seus intermediários. Entre um tipo e outro há uma diferença de 50 pontos, subdivididos de 5 em 5 positivos e crescentes do tipo 4 para o tipo 2, e crescentes negativamente do tipo 4 para o tipo 8. Os pontos da tabela, na classificação, precisam ser levados em consideração, tendo em vista o fato de cada ponto apresentar um valor em reais (R\$), apesar de atualmente esta valorização não ser considerada.

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca e se constituem de grãos alterados, quer pela imperfeita aplicação dos processos agrícolas e industriais, quer por modificações de origem fisiológica ou genética (os grãos pretos, os ardidos, os verdes, os chochos, os mal granados, os quebrados e os brocados) e extrínseca, que são representados pelos elementos estranhos ao café beneficiado (coco, marinho, cascas, paus, pedras e torrões). Para estabelecer a equivalência dos defeitos, tomou-se como base o grão preto, que é considerado o padrão dos defeitos ou o pior defeito do café. O defeito preto é caracterizado pela cor preta-opaca do grão (endosperma), o ardido pela cor parda ou marrom e os verdes pela cor verde-cana da película prateada. Esses defeitos, além do prejuízo que causam na qualidade do café, promovem também prejuízos de ordem econômica, por pesarem menos que os grãos normais.

A classificação pela bebida é feita de acordo com o sabor detectado pela prova de xícara por degustadores profissionais treinados para esta função e, preferencialmente, observando o número de repetições para cada amostra.

Teixeira (1972) relata que a prova de xícara surgiu no Brasil no início do século XX e foi adotada pela Bolsa Oficial do Café e Mercadorias de Santos a partir de 1917, pouco depois de sua instalação, em 1914. No entanto, não se estabeleceu um critério uniforme para a sua realização porque esse critério varia de uma organização para outra.

A prova sensorial, tanto na classificação de vinhos como da qualidade da bebida do café, tem sido satisfatória para fins de comercialização (Antunes Filho, 1955, citado por Oliveira, 1972).

Mônaco (1958) reconhece que, embora a determinação da qualidade da bebida do café seja possível de erros devido à discrepância do paladar, não se encontrou ainda outra solução, em vista da complexidade dos fatores que a afetam.

Calle (1956) discute a subjetividade da prova de xícara e afirma ser ela limitada pela aptidão do provador, que pode ser deformada e que não é possível de ser medida.

Com relação ao seu tamanho ou peneira, como são mais conhecidos, os grãos são classificados segundo as dimensões dos crivos das peneiras oficiais que os retenham. Essas peneiras são designadas por números, os quais, divididos por 64, fornecem a indicação do tamanho dos furos, expresso em frações de polegadas. Existem peneiras de crivos redondos, para a classificação dos cafés chatos e as de crivos alongados, para os cafés mocas. Sob o ponto de vista técnico, é de suma importância a separação dos grãos por peneiras, pois ela permite a seleção dos mesmos de acordo com o seu tamanho, separando-os em grupos, tornando possível uma torração mais uniforme. O aspecto do café é de fundamental importância no julgamento de sua qualidade, pois permite prever sua boa ou má torração. Pela simples inspeção, pode-se classificá-lo, quanto ao aspecto, em bom, regular ou mal.

O aspecto é considerado bom quando a maioria dos grãos é perfeita, uniforme no tamanho, na cor e na seca. O aspecto é considerado mal quando algumas ou todas estas características não são uniformes e apresentam ainda grãos defeituosos. O aspecto regular é aquele que apresenta condições intermediárias (IBC, 1985).

A coloração dos grãos também é de grande importância, influenciando decisivamente no aspecto, pois varia de acordo com o envelhecimento do café. Contribuem para a variação da cor o grau de secagem, o tempo de exposição ao ar livre e à luz solar, o método de preparo (via seca, via úmida e cereja descascado), as condições de armazenamento, o brunimento, o ferimento, etc. Empregam-se as seguintes denominações para se definir as principais tonalidades do café: verde-cana, verde-azulado (muito desejado nos despoldados), verde-claro, esverdeado, amarelo-claro, cor de palha, chumbado, barrento, etc. (IBC, 1985).

No que diz respeito à boa qualidade do produto, a seca é um fator essencialmente importante, que influi de maneira decisiva no aspecto e na torração do café. Seca boa é aquela que confere ao café uniformidade na cor, consistência dos grãos, indicando ter sido bem conduzida desde a colheita. Seca má é aquela em decorrência da qual os grãos se apresentam manchados ou úmidos. A seca regular é a intermediária. Atualmente, com a existência de equipamentos eletrônicos, o estado de seca do produto é determinado pela porcentagem de umidade encontrada nos grãos. Um café tecnicamente preparado deve apresentar, após o beneficiamento, uniformidade na cor e na consistência dos grãos e possuir um teor de umidade entre 11% e 12%, uma vez preparado por via seca e entre 12% e 13% se obtido por via úmida. A seca pode ser classificada em boa, regular e má (IBC, 1985).

O sistema de preparo influi sobremaneira na obtenção de um produto de boa qualidade. Dentre os tipos de preparo destacam-se o processo via seca, via úmida e o cereja descascado. No processo via seca, mais utilizado pelos pequenos cafeicultores, após a colheita, a mistura de grãos nos diferentes estádios de maturação passa por uma lavagem, em que são

separados o cereja e o verde dos cafés bóias e impurezas, e vão diretamente para o terreiro ou passam por uma pré-secagem e vão para o secador. Já no processo via úmida, também são separados os grãos cerejas e verdes dos bóias e impurezas. Os primeiros vão para o despulpador, onde há a retirada da casca e parte da mucilagem do café cereja que também é separado do verde. Os cafés despulpados vão para os tanques de fermentação, onde permanecem de 12 a 18 horas. Em seguida, são lavados para a retirada do restante da mucilagem, podendo, em seguida, ir direto para o terreiro ou secadores mecânicos. No caso de cereja descascado, após a colheita, os grãos passam pelo lavador para a separação dos grãos cerejas e verdes dos grãos bóias e impurezas. Os cerejas e verdes passam pelo descascador de cerejas, onde são separados em descascados, verdes e cascas. Os cerejas descascados podem ir direto para a secagem em terreiro ou passar por uma pré-secagem e ir para o secador mecânico (IBC, 1985).

Em todos os processos aqui relatados, se todas as operações forem realizadas corretamente, com certeza o produto final será de boa qualidade.

O ponto de torração é, sem dúvida, de grande importância na classificação do café por ser de grande auxílio para definir sua qualidade. Os defeitos que não são observados no café cru aparecem na torração. A torração para a prova de xícara é feita em torradores especiais, constituídos de fornalhas (ou sistema elétrico), tambor giratório, ventilador e resfriador. As bocas, como são chamadas, são aquecidas e aí coladas as amostras de cafés que permanecem em constante movimento até atingirem o ponto de torração, caracterizado por uma coloração achocolatada clara, denominada torração americana. Uma torração muito intensa encobre os defeitos que o café pode conter e não permite avaliar com eficiência o seu aroma e sabor. Na torração, os grãos verdes e ardidos ficam amarelados e os grãos pretos parecem carbonizados; os quebrados, conchas e os mal granados, devido ao seu volume reduzido em relação aos grãos perfeitos, tomam-se mais escuros (IBC, 1985).

2.2 Qualidade e composição química

Segundo Carvalho et al. (1997), a qualidade da bebida do café está associada a diversos fatores, destacando-se entre eles a composição química do grão, determinada por fatores genéticos, culturais e ambientais; o processo de preparo e conservação do grão, no qual intervém a ação da umidade e da temperatura, propiciando infecções microbianas indesejáveis, a torração e o preparo da infusão, que modificam a constituição química do grão, modificação esta sempre relacionada à composição original do grão cru.

O sabor característico do café deve-se à presença e ao teor dos vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, destacando-se entre eles os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, etc., e também à ação de enzimas em alguns destes constituintes, resultando como produtos de reações em compostos que interferirão no sabor na prova de xícara.

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

Pereira (1997) descreve que, com relação às espécies, sabe-se que o café arábica apresenta melhor qualidade e concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídios e trigonelina, e os cafés canéfora, considerados como de bebida neutra, exibem geralmente maiores teores de compostos fenólicos e cafeína. Os trabalhos de melhoramento genético por meio de cruzamentos para obtenção de novas cultivares visam principalmente a resistência a pragas e doenças, bem como o aumento de produtividade das plantas; 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 das 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. Nesse sentido, têm sido realizadas várias pesquisas com o objetivo de caracterizar quimicamente o grão de café e correlacionar composição química e qualidade da bebida. Estes estudos abrangem componentes como açúcares, proteínas, polifenóis, enzimas, lípidios, bem como umidade, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, entre outros (Pimenta, 1995).

Alguns componentes químicos do grão beneficiado têm demonstrado relação com a qualidade do café. Pretz (1992) cita que os piores cafés, em termos de qualidade da bebida, possuem menores teores de proteínas solúveis, fenóis hidrolisáveis, ácido ascórbico, lípidios e carboidratos e maiores teores de aminoácidos, ácido clorogênico e ácidos graxos.

Conforme Souza (1996), os compostos fenólicos estão presentes em todos os vegetais e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, umas com estruturas químicas relativamente simples e outras complexas como taninos e ligninas. No café, estes compostos contribuem de maneira altamente significativa para o sabor do produto final, sendo responsáveis pela adstringência dos grãos.

Com relação aos compostos fenólicos, Amorim et al. (1974), analisando amostras de café previamente classificadas em padrões de bebida mole, dura, riada e rio quanto à influência daqueles compostos sobre a qualidade da bebida, verificaram que o teor de ácido clorogênico total foi menor estatisticamente no café de bebida mole. Os isômeros não apresentaram diferenças entre as amostras estudadas, assim como os fenóis totais solúveis em água e metanol. Os fenóis hidrolisáveis apresentaram-se em menor quantidade no café de bebida rio, aparentemente demonstrando que estes foram oxidados devido as más condições de colheita e processamento.

O grão de café possui vários tipos de compostos fenólicos e os mais importantes, devido à quantidade encontrada no grão, segundo Amorim

(1972), são os ácidos clorogênicos. Estes ácidos, de acordo com Dentan (1985), ocorrem na superfície do grão associados com a graxa cuticular e também no citoplasma, ao lado da parede celular do endosperma, no parênquima.

Os compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênico e cafêico, exercem uma ação protetora e antioxidante dos aldeídos e, em geral, são considerados produtos secundários em plantas. Contudo, como a concentração destes compostos em cafês é muito maior que na maioria das plantas, outras funções, além do controle dos níveis de ácido-indol-acético, são citadas por Clifford (1985).

A presença desses compostos no café em quantidades maiores que aquelas verificadas para determinada espécie é associada à desvalorização da qualidade (Amorim, 1972). As enzimas e os compostos fenólicos (principal substrato) encontram-se compartimentalizados em células intactas; entretanto, tão logo ocorra a desorganização interna da célula, promovida por injúrias, a enzima e o substrato interagem produzindo quinonas reativas, as quais, subseqüentemente, reagem com as proteínas e outras enzimas, promovendo a sua inativação (Araújo, 1990).

Em estudos conduzidos por Feldman et al. (1969), foi constatada uma maior porcentagem de ácido clorogênico para o café Santos (5,56%) em relação ao café colombiano (3,77%). Villar & 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.

Sabe-se que os cafês arábica têm uma melhor posição comercial em relação ao robusta, com *flavor* mais apreciável (Pereira, 1997). 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 et al., 1969; Clifford & Ramirez-Martinez, 1991).

Pimenta (1995), estudando os teores de compostos fenólicos de frutos de cafês em diferentes estádios de maturação, obteve valores de 6,51%, 6,33%, 5,70% e 5,88%, respectivamente, para frutos nos estádios verde, verde-cana, cereja e seco/passa.

Segundo Amorim (1972), o amadurecimento dos frutos é caracterizado por vários fatores, destacando-se dentre eles, o aumento no teor de açúcares solúveis em decorrência da degradação do amido.

Abraham (1992) cita que, dentre os açúcares do grão cru, a sacarose sobressai-se com 6% a 8% no café arábica e 5% a 7% no café canéfora. Os açúcares redutores podem variar de 0,1% a 1% em café arábica e 0,4% a 1% em café canéfora.

Os teores de sacarose dependem de vários pontos a serem avaliados, como a espécie, a variedade, a maturidade dos grãos, as condições de processamento e armazenamento. Alguns açúcares simples também são encontrados no grão de café; os açúcares redutores, como a glicose e frutose em maiores quantidades e estaquiose, rafinose, arabinose, manose, galactose, ribose e ranose, estão presentes em pequenas quantidades (Clarke & Macrae, 1985).

Os açúcares estão associados à qualidade, como cita Shankaranarayana (1974), por estarem juntamente com os aminoácidos e as proteínas correlacionados com a origem de vários voláteis em cafês torrados.

Pereira (1997) encontrou uma diminuição no teor de açúcares totais e não redutores nos defeitos verde, ardido e preto, associada à degradação destes compostos em processos fermentativos que provavelmente levaram à deterioração destes grãos.

Grãos oriundos de frutos cereja das cultivares Mundo Novo e Catuai, avaliados pela Unidade Técnica da OIC (1992), apresentaram maiores teores de carboidratos totais quando comparados aos grãos de frutos imaturos. O teor de sacarose foi maior nos grãos de frutos cereja descascado, para a cultivar Catuai e nos cereja processados via seca para a cultivar Mundo Novo. Estes resultados evidenciam as diferenças que podem ocorrer nos

teores de açúcares em consequência das distintas fases de maturação. processamento do café e, ainda, entre cultivares de uma mesma espécie.

Dentre os açúcares do café, predominam os não redutores, particularmente a sacarose, com pequenas quantidades de açúcares redutores. Durante o processo de torração do café, os açúcares, principalmente os redutores, reagem com aminoácidos (reação de Maillard), dando origem a compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom do café. Nestas reações são produzidos compostos voláteis, que apresentam um grande efeito no aroma do produto final (Carvalho, Chalfoun, Chagas, 1989).

Conforme Carvalho et al. (1997), no grão cru de café, a sacarose é encontrada em percentuais em torno de 7%. Durante a torração, este açúcar é transformado em produtos caramelizados, responsáveis pela cor do café torrado. A sacarose inicialmente sofre uma desidratação, seguida de hidrólise e açúcares redutores, devido à elevação de temperatura na pirólise. Após, os açúcares redutores são desidratados, polimerizados e parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e gás carbônico.

Entre os mono e oligossacarídeos, o açúcar encontrado em maior quantidade no grão verde de café é a sacarose. Seu teor pode variar de 1,9% a 10,0% na matéria seca, sendo considerado como açúcar não redutor no cálculo final (Lockhart, 1957; Feldman et al., 1969; Navellier, 1970). Os monossacarídeos livres mais encontrados são a glicose e a frutose, que na maioria dos trabalhos publicados, são calculados como açúcares redutores e variam de 0% a 5%, segundo Lockhart (1957) e Leite (1991).

Pereira (1997) ressalta que os açúcares participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, como a reação de Maillard e na caramelização, que são responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma peculiares da bebida.

Segundo a OIC (1991), a doçura é uma das características de sabor desejável nos cafés gourmets e a presença de certos compostos orgânicos nos cafés crus podem servir de padrão de qualidade. Ainda é discutível qual deve

ser o tipo de concentração de açúcares nos grãos que exerceriam maior influência na qualidade da bebida. No entanto, sabe-se que a sacarose é degradada praticamente em sua quase totalidade durante a torração, originando açúcares monossacarídeos precursores de ácidos e aldeídos responsáveis pelo *flavor*.

O teor de açúcares pode estar diretamente relacionado com as condições climáticas das diferentes regiões onde o café é produzido. Chagas et al. (1996) obtiveram teores médios de 1,87% de açúcares redutores em amostras de café da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 1,39% para os do Sul de Minas e 0,95% em amostras da Zona da Mata. O maior teor de açúcares redutores encontrados em amostras do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba foi atribuído pelos autores às condições climáticas desta região, que proporcionam um amadurecimento mais uniforme dos frutos e, conseqüentemente, um maior acúmulo de açúcares.

Conforme Lopes (2000), a acidez em muitos alimentos e bebidas, é o fator chave na formação e nas propriedades do *flavor*. No caso do café, Sivetz & Desrosier (1979) afirmam que a acidez aparente ou livre acidez, chamada de pH, é importante por ser perceptível ao sabor. A acidez desejável, segundo provadores tradicionais de café, pode ser confundida com azedume por alguns leigos, que é indesejável e também um indicativo de falhas no processamento dos grãos (Northmore, 1969). A nota azeda proveniente de uma avaliação sensorial é associada a uma mistura de ácidos, álcoois e ésteres produzidos principalmente por fermentações microbianas (Lopes, 2000).

O valor da acidez titulável total em grãos de café beneficiado pode variar de acordo com a intensidade e natureza da fermentação dos grãos e com seus diferentes estádios de maturação (Carvalho Júnior, 2002).

Conforme Feldman et al. (1969), quimicamente a acidez dos grãos de café é ocasionada predominantemente por ácidos não voláteis, como oxálico, málico, cítrico, tartárico, pirúvico e ácidos voláteis, representados pelos ácidos acético, propiônico, valérico e butirico. Estes mesmos autores

afirmam que esses ácidos são originários de diversas rotas bioquímicas, bem como da fermentação por microorganismos dos açúcares existentes na polpa e na mucilagem dos frutos.

A intensidade da acidez na bebida do café 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 (Leite, 1991; Chagas, 1994; Pimenta, 1995; Giranda, 1998).

Lopes (2000) relata que a distinção entre os ácidos voláteis e não voláteis do café é desejável, pois os ácidos orgânicos são quimicamente estáveis e os aldeídos podem ser oxidados a ácidos, assim como o ácido clorogênico, quando aquecido, quebra-se em ácido cafêico e químico. Estas são as principais mudanças que ocorrem na bebida do café. Cada aumento e mudanças são também acompanhados por alterações detectáveis no sabor.

Carvalho et al. (1994), estudando índices de acidez em cafés previamente classificados quanto ao tipo de bebida, observaram que a acidez não permite separar cafés de diferentes qualidades. Entretanto, Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) observaram maior acidez em cafés de pior qualidade.

Variações na acidez dos grãos de café de diferentes qualidades foram investigadas por Myia et al. (1973/74), que observaram haver uma relação inversa entre os teores de acidez e a qualidade dos grãos. Esse resultado foi posteriormente confirmado por diversos autores (Carvalho et al., 1994; Abreu et al., 1996; Pereira, 1997).

Os principais ácidos do café são o málico e o cítrico, responsáveis pela acidez desejável e que proporcionam um sabor característico. Nos frutos de café podem ocorrer diversos tipos de fermentações, que lhes alteram a acidez titulável total, o sabor, o aroma e a cor (Carvalho Júnior, 2002). Os açúcares presentes na mucilagem, quando na presença de microorganismos ou sob anaerobiose, são fermentados, produzindo álcool, que é desdobrado em ácido láctico, acético, propiônico e butírico. A partir desse três últimos

ácidos foram observados prejuízos acentuados na qualidade da bebida do café (Bitencourt, 1957; Souza, 1996).

Trabalhos realizados pela Organização Internacional do Café (OIC) (1991) destacam que a acidez desejável da bebida (*acidity*) é conferida pelos ácidos málico e cítrico, enquanto uma acidez imprópria ou indesejável (*sourness*) é proveniente, provavelmente, de fermentações excessivas dos frutos. O painel sensorial da OIC, avaliando cafés produzidos na região de Poços de Caldas, Sul de Minas, justificou maior acidez, porém aceitável, nos cafés classificados como de bebida dura.

Considerando a acidez titulável do café em diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) apresenta valores médios de 247,86; 254,29; 260,71 e 255,0 mL de NaOH 0,1 N/100g de amostra, para cafés nos estádios verde, verde-cana, cereja e seco/passa, respectivamente.

Os testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica têm-se apresentado como indicadores consistentes da integridade de membranas celulares (Amarim, 1978; Prete, 1992; 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.

O aumento na quantidade de eletrólitos na água de imersão das sementes está diretamente relacionado à degradação das membranas e conseqüente perda do controle da permeabilidade (Chuing & Schoolcraft, 1968). Com o aumento da deterioração dos grãos, ocorre diminuição da capacidade de reorganização das membranas celulares (Lin, 1990).

Prete et al. (2000), avaliando a condutividade elétrica em grãos de café cujos frutos foram colhidos em diferentes estádios de maturação, observaram valores de $149 \text{ Ms cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ em grãos de frutos colhidos verdes, $105 \text{ Ms cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ em grãos colhidos verde-cana, $79.60 \text{ Ms cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ em grãos de frutos maduros, $76.60 \text{ Ms cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ em grãos de frutos colhidos passa, 76.63

$\text{Ms cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em grãos de frutos maduros e $76.04 \text{ Ms cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em grãos de frutos secos. Segundo os autores, os resultados mostram que os grãos dos estádios cereja, passa e seco obtiveram os melhores valores, com menor condutividade elétrica, não diferenciando-se entre si. Já os grãos de frutos verde e verde-cana apresentaram condutividade elétrica elevada, devido ao fato de as membranas ainda não estarem completamente formadas, o que ocasiona uma maior lixiviação de íons. Os autores atribuíram o melhor desempenho dos grãos de frutos colhidos secos às condições climáticas secas, sem chuva, o que proporciona condições desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos que poderiam comprometer a qualidade dos frutos seco na planta.

Diferenças significativas quanto à lixiviação de potássio foram observadas por Pimenta (1995), que constatou uma maior lixiviação nos grãos de frutos verdes, seguidos pelos seco/passa, verde-cana e cereja. Para este autor, os menores valores encontrados para os grãos de frutos colhidos no estágio cereja devem-se à menor incidência de grãos defeituosos e maior integridade de membranas. Quanto aos frutos verdes que exibiram os maiores índices, provavelmente estes grãos ainda não possuíam suas membranas bem estruturadas, existindo um alto teor de potássio, mas no interior das células.

O principal íon lixiviado, que influencia na medida da condutividade elétrica, tem sido reportado como o íon potássio, presente na membrana do grão de café. Assim, quanto maior a injúria sofrida pelo grão, uma maior quantidade de íons potássio é translocada para o meio líquido (Carvalho Júnior, 2002). Amorim (1978) observou haver maior lixiviação desses íons em grãos dos piores cafês, admitindo que estes sofreram maiores degradações e, conseqüentemente, maiores alterações na membrana celular.

A cafeína talvez seja um dos componentes químicos mais estudados, devido aos seus efeitos fisiológicos, principalmente como estimulante. A cafeína ocorre livre no citoplasma, complexada com o clorogenato de potássio, o qual é pouco solúvel, encontrando nessa forma alguma

mobilidade entre os tecidos (Baummam et al. 1993, citados por Illy & Viani 1995).

A espécie *Coffea arabica* L. é citada por Charrier & Berthand (1975), como sendo a segunda espécie a apresentar maiores teores de cafeína (0,7% a 2,2% Ms), seguida por *Coffea congensis* (0,98% a 1,36% Ms) e *Coffea eugenoides* (0,29% a 0,513% Ms). A espécie que contém maior teor de cafeína é a *Coffea canephora* (1,5% a 3,0% Ms). Estes resultados demonstram uma alta variabilidade e marcantes diferenças interespecíficas e exibem uma ação preponderante do genótipo sobre a produção desse alcalóide.

Conforme Sivetz & Desrosier (1979), também são fontes naturais de cafeína o chá (2% a 4%), o guaraná (acima de 4%), coca (1,5%) e cacau (0,1%).

Segundo a Farmacopeia Brasileira, a cafeína está incluída entre os excitantes psicomotores que têm, principalmente, a propriedade de estimular a atividade mental. No homem normal, em doses terapêuticas (100 a 200 mg), produz leve excitação psíquica, favorecendo trabalho intelectual e afastando a sonolência e a sensação de fadiga (Mingóia, 1967).

Sivetz & Desrosier (1979) relatam que o café induz o sistema nervoso central a uma excitação geral de certas funções físicas e intelectuais, minimizando a sensação de fadiga, o que, de fato, moldou mundialmente a sua popularidade. Tais efeitos devem-se, principalmente, à cafeína, porém não se pode deixar de considerar que outros compostos presentes no grão cru ou formados durante a torração do café também podem ser responsáveis por parte desses efeitos.

Segundo Hamidi & Wanner (1964), existe uma forte relação entre o teor de cafeína e o ácido clorogênico, porque ambos podem ocorrer naturalmente como clorogenato de potássio e também que o complexo ácido clorogênico/cafeína pode ser formado no processo de extração na proporção de 1:1 ou 2:1.

Sobre o sabor amargo do café, a quantidade de cafeína presente é citada como responsável por 10% de seu amargor; no entanto, o teor de cafeína não tem efeito direto na qualidade sensorial, conforme Illy & Viani (1995). Acredita-se que a medida em que a interrelação entre os componentes da planta ou grão de café for melhor conhecida, a quantidade de cafeína presente em uma variedade específica poderá vir a ser um índice de qualidade (Lopes, 2000).

A cafeína, além de ser designada por teína, também é conhecida por guaranina, trimetildioxipurina, 3,7 – trimetilxantina, incluindo-se no grupo das xantinas. Dependendo do solvente em que é extraída, pode apresentar-se anidra ou monohidratada, com o formato de agulhas incolores, inodoras, de sabor amargo, com ponto de fusão em 236°C e volátil a 178°C. É moderadamente solúvel em água (2.13% p/p a 25°C) e consideravelmente solúvel em vários solventes orgânicos (clorofórmio 12.9% p/p a 17°C; diclorometano 9% p/p a 33°C). Obtém-se a cafeína para fins comerciais pela metilação da teobromina (3,7 – dimetilxantina) do cacau e pela extração a partir de sementes de café ou de folhas de chá (Mazzafera & Carvalho, 1991).

A dose letal de cafeína, para seres humanos, com base em experiências com animais de laboratórios, situa-se em torno de 10g. Considerando-se que uma xícara de café do consumidor norte-americano tem, em média, 150 mL, o que corresponde a um valor aproximado de 85 mg de cafeína, seria necessária a ingestão de 118 xícaras ou 18 litros de café para ser atingida a dose letal. Para o café solúvel, esse valor seria de 25 litros, considerando-se que uma xícara de 150 mL contém 60 mg de cafeína (Mazzafera & Carvalho, 1991).

Ainda segundo os autores acima citados, no Brasil, 1 kg de café torrado resulta em 150 xícaras e a mesma quantidade, na forma solúvel, 700 xícaras. Ainda, de acordo com as Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, o café solúvel brasileiro pode conter, no mínimo, 2% (p/p) de

primeira reação corresponde à hidroxilação de monofenóis formando orto-difenóis, enquanto a segunda corresponde à oxidação de orto-difenóis formando orto-quinonas. A primeira reação não ocorre em polifenoloxidasas de bananas, folha de chá, folha de tabaco e pêra, pois estas espécies catalisam a oxidação de o-difenóis para o-quinonas. A segunda reação é catalisada por todas as reações de polifenoloxidasas.

Estudos científicos têm mostrado correlação positiva entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida do café. Esses resultados indicam a existência de relação entre os níveis dessa enzima e as diferentes cores apresentadas pelos grãos e entre a bebida e a cor dos grãos de café. Tais estudos eliminam o elemento humano como fator decisivo na avaliação do produto e em sua classificação (Lopes, 1988).

De acordo com Lopes (2000), os compostos químicos do café cru são utilizados em diversas reações que ocorrem durante e após a torração, atuando como precursores de substâncias responsáveis pelo *flavor* e cor dos grãos. Com isto, pode-se afirmar que a composição química do grão cru vai definir as características físicas e organolépticas do café, incrementando o seu valor como produto.

A polifenoloxidase é uma enzima largamente distribuída na natureza e seu envolvimento com o escurecimento enzimático de frutos e vegetais tem despertado a atenção de muitos químicos e processadores de alimentos. Esta enzima é intracelular e encontra-se localizada principalmente na membrana dos cloroplastos, participando dos processos de respiração, resistência à infecções e na biossíntese de certos constituintes vegetais, como os flavonóides e quinonas (Eskin, 1990).

As primeiras correlações da qualidade do café e atividade enzimática da polifenoloxidase foram realizadas por Amorim & Silva (1968), os quais observaram haver maior atividade da enzima em cafés de melhor qualidade, sugerindo uma menor ocorrência de degradação das paredes celulares nestes cafés. Amorim (1972) conseguiu separar cafés de bebida **mole** dos classificados como de bebida **rio**, pela atividade da polifenoloxidase e testes

de lixiviação de potássio. Visando dar prosseguimento aos trabalhos deste autor, Carvalho et al. (1994) realizaram um trabalho no qual foram feitas avaliações físico-químicas e químicas de grãos beneficiados de cafés previamente classificados, quanto à qualidade em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio. Verificaram que a atividade da polifenoloxidase apresentava faixas de variação que separavam os cafés de bebida estritamente mole dos cafés de bebida mole e apenas mole, dos de bebida dura e dos cafés de bebida riada e rio. Estas análises possibilitam classificar de forma objetiva os cafés quanto à qualidade, dando maior segurança às classificações pelo teste subjetivo da prova de xícara, rotineiramente utilizado nas avaliações qualitativas do café.

Conforme Pimenta (1995), a colheita de frutos no estágio cereja possibilita a obtenção de grãos de qualidade superior em relação àqueles colhidos verdes, verdes-cana e secos/passa.

A inclusão de defeitos verdes, ardidos e pretos em cafés classificados como de bebida estritamente mole promove uma acentuada queda na atividade da enzima da polifenoloxidase, com eventual perda da qualidade, como foi observado por Pereira (1997). Estes resultados confirmam também 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 nas características sensoriais destes cafés após a torração.

Trabalho realizado por Silva (1995) destaca que a fonte de K_2SO_4 para adubação potássica do cafeeiro apresenta uma melhoria na qualidade da bebida do café quando comparado às fontes de KCl e KMg.

Souza (1996) analisou o elemento potencial da região Sul de Minas para a produção de cafés finos de bebida mole e apenas mole, com base na atividade da polifenoloxidase, constatando que aproximadamente 86,5% das amostras de café do Sul de Minas exibem cafés de bebida dura, mole e estritamente mole.

Em trabalho realizado por Chagas (1994), nas três principais regiões produtoras do estado de Minas Gerais, foi constatado que sobressairam-se com cafês de melhor qualidade, os municípios de Araguari, Coromandel e Patrocínio, na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba; Três Pontas e Boa Esperança, na região Sul de Minas e Divino, na região da Zona da Mata, que apresentaram maiores valores da enzima polifenoloxidase, maior índice de coloração e baixa acidez titulável total.

A determinação da qualidade por meio das análises químicas mostrou-se mais concreta que o teste sensorial (prova de xícara). Teores mais elevados de açúcares detectados em algumas localidades indicam um grau de maturação mais avançado para os mesmos, constituindo-se em matéria-prima favorável à produção de qualidade mas, ao mesmo tempo, mais susceptível à deterioração, exigindo, portanto, um manuseio e preparo mais cuidadosos (Souza, 1996).

Conforme Teixeira (1999), o café de boa qualidade é aquele que apresenta bebida com bom aroma, bom corpo, boa acidez e suavidade, ou seja, com características organolépticas desejáveis. Ainda deve conter poucos defeitos (não deverá conter os defeitos verdes, verde-escuros, preto-verde, ardidos e pretos) e apresentar cor e aspecto homogêneos. Este café certamente terá melhor preço e melhor aceitação no mercado, especialmente no mercado externo.

2.3 Fatores que afetam a qualidade do café

As características físicas e a composição química dos cafês são variáveis e dependentes de diversos fatores, podendo-se citar, entre eles, os genéticos, os ambientais, a maturação dos frutos, as fermentações, as infecções microbianas, os tratamentos culturais, etc.

2.3.1 Fatores genéticos

Conforme Lopes (2000), dentre as espécies de cafês existentes, *Coffea arabica* (cafês arábicos) e a *Coffea Canephora* (café tipo robusta) são

as de maior cotação no mercado internacional. Cerca de 70% do café negociado no mundo são de arábica e 30% de robusta. A mesma autora relata que existem poucas informações sobre os componentes químicos de diferentes espécies de café, principalmente a existência de uma relação destes com a qualidade da bebida e que, segundo Sivetz (1963), os cafés robusta (*Coffea Canephora*) têm aproximadamente 2% de cafeína, o dobro do apresentado pelo arábica (1%). Estas diferenças tornam-se importantes quando se visa obter cafés descafeinados ou com baixo teor deste alcalóide. Porém, não foi relacionada a composição das espécies com a qualidade da bebida, sendo este fator de pouca importância, uma vez que são as deteriorações dos frutos, provocadas por injúrias, a causa das alterações na composição química, e conseqüentemente, na qualidade.

Trabalhos mais antigos demonstram não haver diferenças entre cultivares de uma mesma espécie quanto à qualidade. Todavia, recentemente, resultados da OIC (1991), obtidos ao se definir os diversos sabores e aromas de cafés de diferentes cultivares visando atender o mercado de cafés *gourmet*, destacam diferenças na gama de aromas e sabores, bem como em sua intensidade. Isso nos leva a concluir que diferentes cultivares podem atender a preferências diferenciadas de mercados para cafés.

2.3.2 Fatores ambientais

A influência do local de cultivo na qualidade da bebida tem sido intensamente documentada, porém, o mecanismo destes efeitos é pouco estudado. No estado de Minas Gerais, tem sido muito comentada a diferença existente entre qualidade de cafés produzidos na Zona da Mata e no Sul de Minas. Cabe ressaltar que, se cafés de regiões consideradas produtoras de café de bebida rio tiverem seus frutos despolpados ou descascados e secos, levando em consideração todos os cuidados necessários a um bom preparo do café, a bebida pode ser melhorada consideravelmente (Carvalho et al., 1997).

A partir de 1969, aos cafezais mineiros foram incorporadas novas áreas, como as do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, que se potencializaram pelas características de boa qualidade do café produzido e também por serem áreas com topografia adequada à mecanização da colheita. Mais recentemente, nova região surgiu na cafeicultura mineira que é a região do Vale do Jequitinhonha, a qual apresenta boa topografia, muito embora em determinados anos o déficit hídrico seja bastante acentuado, o que torna necessária a utilização de irrigação suplementar em muitas propriedades.

Ao avaliar cafés de alguns municípios das três principais regiões produtoras do estado de Minas Gerais, Chagas (1994) observou haver diferenças na composição química e, conseqüentemente, na qualidade de cafés de diferentes municípios de uma mesma região e também entre regiões.

Souza (1996), comparando a qualidade e composição química de cafés de alguns municípios do Sul de Minas Gerais, considerando fatores ambientais, estruturais e tecnológicos, concluiu haver diferenças na qualidade desses cafés considerando entre os níveis de tecnologia utilizados no preparo do café e a exposição dos grãos às chuvas na fase de preparo.

Sabe-se que as próprias condições climáticas e a flora microbiana predominantes em certas regiões são a causa de pior ou melhor qualidade.

À semelhança dos vinhos, a tendência do café é ser comercializado com base em seu local de origem. Em Minas Gerais, já vêm sendo tomadas algumas iniciativas para a regionalização do café, visto o grande marketing promovido pelo CACCER (Conselho de Administração de Cooperativas do Cerrado) com a marca **Café do Cerrado**.

2.3.3 Maturação dos frutos

Carvalho et al. (1997) relatam que durante o processo de maturação e, principalmente na etapa de amadurecimento de frutos em geral, ocorrem mudanças metabólicas importantes, tais como: aceleração de atividade

respiratória e biogênese do etileno em frutos climatéricos; aceleração do metabolismo de açúcares e ácidos; degradação da clorofila e síntese de pigmentos, como carotenóides, antocianinas, etc.; diminuições nos compostos fenólicos com conseqüente decréscimo de adstringência e aumento em compostos voláteis, tais como ésteres, aldeídos, cetonas, etc., responsáveis pelo aroma característico dos frutos maduros.

No decorrer da maturação dos frutos e principalmente na etapa de amadurecimento em que as mudanças metabólicas são mais aceleradas, ocorrem alterações importantes nas características físicas (aparência) e composição química dos grãos. Essas modificações na composição química conduzem o fruto ao ponto ideal de colheita, no qual os constituintes químicos atingem teores que lhes conferem características peculiares da maturação completa. Na prática, a maturação é evidenciada pela mudança da coloração verde da casca para a cor característica do fruto maduro que, no caso do café, é o vermelho ou o amarelo. Após o amadurecimento total, os frutos entram num período em que o catabolismo predomina sobre o anabolismo, iniciando-se a fase de senescência. Nesta fase, há fermentações com produções de álcoois e ácidos indesejáveis; ruptura da estrutura da parede celular, provocada por modificações nas pectinas, celulosas, hemicelulosas e lignina, escurecimento da casca e polpa devido às oxidações de pigmentos e podridões. Com isso, a qualidade dos frutos tende a decrescer acentuadamente.

Tem sido intensivamente demonstrado que as melhores qualidades de bebidas de café são obtidas quando se processa o café cereja. Isto se explica pelo fato de ser o estágio cereja a fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos, no qual casca, polpa e semente encontram-se com a composição química adequada a proporcionar ao fruto seu ponto máximo de qualidade (Carvalho et al., 1997).

A colheita do café verde causa prejuízo quanto ao tipo e à qualidade da bebida e, como consequência, interfere no valor comercial do produto, uma vez que a adição de apenas 2% de grãos verdes em um lote de café

classificado como de bebida mole torna-o bebida apenas mole, o que significa uma queda na escala de classificação oficial pela bebida. Quando essa adição é de 10%, o lote de bebida mole passa para bebida dura, que é caracterizada por um sabor adstringente (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A porcentagem de frutos verdes, verdes granados e verdoengos não poderá ultrapassar a 5% muito embora esta porcentagem seja difícil de ser obtida devido à ocorrência de várias floradas do cafeeiro. Os cafés colhidos verdes, mesmo os verdes bem granados e os verdoengos, dão, em sua totalidade, defeitos. Esses defeitos, além de prejudicarem o tipo, o aspecto, a torração e a bebida, causam prejuízo econômico ao cafeicultor, porque pesam menos que os grãos normais.

Teixeira (1984) afirma que o café colhido no estágio de maturação verde apresenta aspecto, torração e bebida de pior qualidade, quando comparado aos colhidos maduros. Conseqüentemente, a presença de grãos verdes proporciona pior qualidade da bebida, além de menor peso e tamanho dos grãos. Nesse estágio, os grãos ainda não atingiram a maturação fisiológica, dificultando a prática do despulpamento. O despulpamento reduz as chances de ocorrerem fermentações, proporcionando um produto de melhor qualidade. O mesmo autor também afirma que a presença de taninos e compostos fenólicos nos frutos verdes aumenta a adstringência ou o endurecimento da bebida, além desses frutos possuírem baixos teores de açúcares, a que também foi comprovado por Pimenta (1995).

A senescência no café pode ocorrer em frutos ainda na planta ou em frutos que caíram e entraram em contato com o solo e vão constituir a parcela varreção, sendo esta de pior qualidade, devido a fermentações indesejáveis. A senescência pode ser acompanhada ou não por infecções microbianas, sendo que os microorganismos aceleram este processo (Carvalho et al., 1997).

Ainda segundo (Carvalho et al., 1997), uma das alterações químicas que ocorrem na senescência e têm sido altamente prejudiciais à qualidade do café é o metabolismo anaeróbico dos açúcares, com a produção de ácido

acético, láctico, butírico e propiônico, conferindo aroma e sabores indesejáveis e principalmente a característica conhecida como fermentado pelos provadores na prova de xícara. Deve-se considerar ainda que qualquer injúria que afete o fruto por ocasião do amadurecimento acarreta distúrbios na composição química e, conseqüentemente, na deterioração da qualidade.

Pimenta (1995), avaliou a composição química e atividades de algumas enzimas em cafés arábica nos estádios de maturação verde, verde-cana, cereja e seco na planta e observou que os cafés no estágio de maturação cereja apresentaram melhores características de qualidade, ou seja: maiores teores de açúcares, menores teores de compostos fenólicos (menor adstringência) e menores índices de lixiviação de potássio (indicando maior integridade de membrana).

3 CLASSIFICAÇÃO FÍSICA DO CAFÉ

3.1 Classificação por tipo, bebida, peneira e cor

A classificação por tipo admite 7 tipos de valores decrescentes de 2 a 8 e resultantes da apreciação de uma amostra de 300 gramas de café beneficiado, segundo normas estabelecidas pela **Tabela Oficial Brasileira de Classificação** (Tabela 1). A cada tipo corresponde um maior ou menor número de defeitos (grãos imperfeitos ou impurezas).

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca e se constituem de grãos alterados, quer pela imperfeita aplicação dos processos agrícolas e industriais, quer por modificações de origem fisiológica ou genética (os pretos, os ardidos, os verdes, os chochos, os mal granados, os quebrados e os brocados) e extrínseca, que são representados pelos elementos estranhos ao café beneficiado (coco, marinho, cascas, paus e pedras) (Teixeira, 1999).

Para estabelecer a equivalência dos defeitos, tomou-se como base o grão preto, que é considerado o padrão dos defeitos ou defeito capital. Os outros, tais como os ardidos, os brocados, os paus, as pedras, etc., são considerados secundários. Assim, ao se examinar a Tabela de Equivalência dos Defeitos, verifica-se que um grão preto é igual a 1 (um) defeito. Conhecidos os defeitos de uma determinada amostra, pode-se facilmente determinar a que tipo corresponde o café.

O tipo 4 é chamado tipo base, por ter sido, no passado, o café mais comercializado no Porto de Santos. Assim, ele foi considerado como padrão para a fixação do preço.

TABELA 2 Tabela oficial para a classificação de café quanto ao tipo em função do número de defeitos

Defeitos	Tipos	Pontos	Defeitos	Tipos	Pontos
4	2	+ 100	46	5	- 50
4	2 - 5	+ 95	49	5 - 5	- 55
5	2 - 10	+ 90	53	5 - 10	- 60
6	2 - 15	+ 85	57	5 - 15	- 65
7	2 - 20	+ 80	61	5 - 20	- 70
8	2 - 25	+ 75	64	5 - 25	- 75
9	2 - 30	+ 70	68	5 - 30	- 80
10	2 - 35	+ 65	71	5 - 35	- 85
11	2 - 40	+ 60	75	5 - 40	- 90
11	2 - 45	+ 55	79	5 - 45	- 95
12	3	+ 50	86	6	- 100
13	3 - 5	+ 45	93	6 - 5	- 105
15	3 - 10	+ 40	100	6 - 10	- 110
17	3 - 15	+ 35	108	6 - 15	- 115
18	3 - 20	+ 30	115	6 - 20	- 120
19	3 - 25	+ 25	123	6 - 25	- 125
20	3 - 30	+ 20	130	6 - 30	- 130
22	3 - 35	+ 15	138	6 - 35	- 135
23	3 - 40	+ 10	145	6 - 40	- 140
25	3 - 45	+ 5	153	6 - 45	- 145
26	4	Base	160	7	- 150
28	4 - 5	- 5	180	7 - 5	- 155
30	4 - 10	- 10	200	7 - 10	- 160
32	4 - 15	- 15	220	7 - 15	- 165
34	4 - 20	- 20	240	7 - 20	- 170
36	4 - 25	- 25	260	7 - 25	- 175
38	4 - 30	- 30	280	7 - 30	- 180
40	4 - 35	- 35	300	7 - 35	- 185
42	4 - 40	- 40	320	7 - 40	- 190
44	4 - 45	- 45	340	7 - 45	- 195
			360	8	- 200

Obs: Quantidade de café beneficiado necessária para se fazer a classificação de defeitos / tipos (tamanho da amostra) = 300 g.

TABELA 3 Tabela oficial para a classificação de café quanto à bebida

Classificação oficial de café pela bebida	
Classificação	Característica
Estritamente mole	Bebida de sabor suavíssimo e adocicado
Mole	Bebida de sabor suave e adocicado
Apenas Mole	Bebida de sabor suave, porém, com leve adstringência
Dura	Bebida com sabor adstringente, gosto áspero
Riada	Bebida com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico
Rio	Bebida com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio ou ácido fênico
Rio zona	Bebida de odor e sabor intoleráveis ao paladar

TABELA 4 Tabela oficial de equivalência dos grãos imperfeitos para classificação quanto ao tipo.

Classificação quanto ao tipo	
Equivalência dos grãos imperfeitos para a classificação quanto ao tipo	
Nº de defeitos e impurezas	Equivalência em defeitos
Um grão preto	1
Uma pedra, um pau ou torrão grande	5
Uma pedra, um pau ou torrão regular	2
Uma pedra, um pau ou torrão pequeno	1
Um côco	1
Uma casca grande	1
Dois ardidos	1
Dois marinheiros	1
Duas a três cascas pequenas	1
Dois a cinco brocados	1
Três chochos	1
Cinco verdes	1
Cinco quebrados	1
Cinco chochos ou mal granados	1

TABELA 5 Tabela oficial de classificação do café por peneira

Classificação do café por peneira	
Grão chato grosso	Peneira 17 e maiores (café grande)
Grão chato médio	Peneira 15 e 16 (café médio)
Grão chatinho	Peneira 12, 13 e 14 (café miúdo ou chatinho)
Grão moca médio	Peneiras 11 a 13 (café moca grande)
Grão moquinha	Peneiras 10 (café moca médio)
Grão moquinha	Peneiras 08 a 09 (café moca miúdo ou moquinha)

TABELA 6 Tabela oficial de classificação do café pela cor adotada para exportação.

Classificação de cores adotadas para exportação
Verde
Esverdeada
Clara
Amarclada
Amarcla

4 MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do experimento

Foram utilizadas amostras de café (*Coffea arábica* L.) provenientes de 22 municípios da região do Sul de Minas Gerais, selecionados por apresentarem uma população cafeeira acima de dez milhões de pés e representarem, de maneira geral, a cafeeicultura sul-mineira. Foram os seguintes os municípios avaliados: Alfenas, Boa Esperança, Botelhos, Cabo Verde, Campestre, Campos Gerais, Carmo de Minas, Carmo do Rio Claro, Guaxupé, Jacutinga, Lavras, Machado, Muzambinho, Nepomuccino, Ouro Fino, Paraguaçu, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião do Paraíso, Três Pontas e Varginha. Para cada município foram selecionados 10 produtores, totalizando de 220 amostras.

No momento da obtenção da amostra por um técnico da EPAMIG, os produtores responderam a um questionário sobre as condições de cultivo e preparo de cafés, conforme modelo a seguir.

**QUESTIONÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES DE CULTIVO E PREPARO
DO CAFÉ NOS DIVERSOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO SUL DE
MINAS. SELECIONADOS PARA A COLETA DE AMOSTRAS DE
CAFÉ.**

PROJETO: CNPq/BIOEX – EPAMIG – UFLA

MUNICÍPIO:.....

AMOSTRA (Nº):.....

Produtor:.....

Propriedade:.....

Área com café:.....

População cafeeira:.....

Espaçamento (s):.....

Cultivar (es):.....

Época de colheita:.....

Tipo de colheita: Pano:..... Chão:

Usa lavador? Sim:.....Não:.....

Tipo de secagem: Terreiro: Chão:.....Cimento:.....Outros:.....

Secador:.....Mista:.....

Condições climáticas durante a colheita e secagem:.....

Altitude do cafezal:.....

Altitude do terreiro:.....

Descrição do relevo do cafezal:.....

Faz controle de ferrugem? Sim:.....Não:.....**Produto utilizado:**.....

Faz controle do Bicho Mineiro? Sim:.....Não:.....**Produto utilizado:**.....

Faz controle da broca? Sim:.....Não:.....

Situação da colheita em relação ao início: Início.....

Mcio.....

Final.....

As amostras de cafês para a realização do presente trabalho foram colhidas por derriça no pano, constituída cada uma de aproximadamente 4 kg de café beneficiado. A secagem das amostras foi feita em terreiro de alvenaria até atingirem a umidade de 11%. Após o beneficiamento, as

amostras foram analisadas quanto às características químicas e físicas no Laboratório de Qualidade de Café "Dr. Alcides Carvalho", localizado na Fazenda Experimental de Lavras, pertencente ao Centro Tecnológico do Sul de Minas, EPAMIG/Lavras, MG. Em todas as análises químicas as amostras foram avaliadas da maneira como foram coletadas nas propriedades com todos os defeitos (com os defeitos – CD) e nas amostras em que os defeitos foram retirados manualmente (sem os defeitos – SD).

4.1 Metodologia analítica

A determinação dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio dos grãos foi feita no café beneficiado e as determinações físico-químicas em cafés beneficiados e moidos em moinho tipo Croton Mod. TE – 580, utilizando-se uma peneira de 30 mesh.

Para a avaliação física, utilizou-se uma amostra padrão de 300 gramas de café beneficiado, com os defeitos.

4.1.1 pH

O pH das amostras foi medido com peagâmetro marca Digimed – DMPH-2.

4.1.2 Acidez titulável total

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0.1 N, de acordo com técnica descrita pela AOAC (1990) e expressa em mL de NaOH 0,1 N por 100 g de amostra.

4.1.3 Sólidos solúveis

Valores de sólidos solúveis foram medidos por refratômetro de bancada marca Abbec, modelo 2 WAJ.

4.1.4 Açúcares redutores, não redutores e totais

Os valores de açúcares redutores, não redutores e totais foram extraídos pelo método de Lane-Enion, citado pela Association of Official Analytical Chemist (1990) e determinado pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1994).

4.1.5 Proteína bruta

Utilizou-se o método de Micro-kejedahl descrito pela AOAC (1990) para a determinação da proteína bruta.

4.1.6 Polifenóis

Os polifenóis foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963), utilizando-se como extrator o metanol 50% e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

4.1.7 Cafeína

A cafeína foi avaliada segundo método colorimétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.1.8 Condutividade elétrica

Este parâmetro foi determinado pela metodologia proposta por Loeffler et al. (1988), que consiste em utilizar 4 amostras de 50 grãos, sem eliminar os grãos defeituosos, e imersos em 75 mL de água deionizada (utilizando-se copos plásticos descartáveis com capacidade para 180 mL) e colocados em estufa ventilada, regulada para 25°C. Após determinado o período de embebição, procedeu-se a leitura em condutivímetro DIGIMED CD-20.

4.1.9 Lixiviação de potássio

As amostras foram submetidas à determinação da quantidade de potássio lixiviado dentro de tempos predeterminados. A análise do potássio

foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED NK – 2002 e, com os dados obtidos, foi calculado o potássio lixiviado.

4.1.10 Polifenoloxidase

Com o objetivo de se obter um maior rendimento na análise no laboratório, foi feita uma adaptação do processo de extração descrito por Draetta & Lima (1976).

Foram pesados 5 gramas da amostra de café previamente moída e foram adicionados 40 mL da solução tampão de fosfato de potássio 0,1 M, pH 6,0. Em seguida submeteu-se a amostra a uma agitação em agitador magnético por 5 minutos. Todo o material utilizado foi mantido gelado. Após a agitação, foi feita a filtragem em filtro a vácuo utilizando-se papel Whatman nº 1.

A polifenoloxidase foi determinada pelo método descrito por Ponting & Joslyng (1948), utilizando o extrato da amostra sem o DOPA (L – 3,4 – dihydroxyphenylalanina) como branco.

4.1.11 Delineamento experimental e análise analítica

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com 10 repetições, sendo os tratamentos constituídos pelos 22 municípios.

Os dados foram analisados no software Sisvar, sendo submetidos ao teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição físico-química

5.1.1 pH

Os valores de pH podem ser observados nas Figuras 1 e 2. Nas amostras com defeitos, ocorreram diferenças significativas entre os 22 municípios, tendo as de Machado e Paraguaçu apresentado os maiores valores. Os menores valores foram observados nas amostras de Carmo do Rio Claro, Nepomuceno e Santa Rita do Sapucaí.

Para as amostras sem defeitos, também houve diferenças significativas, sobressaindo-se com valores de pH mais elevados as dos municípios de Alfenas, Lavras, Machado, Paraguaçu, Poços de Caldas e São Sebastião do Paraíso, e apresentando menores valores, as de Cabo Verde, Campestre e Ouro Fino.

Os valores de pH observados nas amostras provenientes dos 22 municípios da região Sul de Minas Gerais estão próximos ao valor de 5,6 apresentado pela Organização Internacional do Café, (1992), para amostra comercial de café.

O pH é um indicador de eventuais transformações dos frutos de café, como as fermentações indesejáveis que ocorrem durante as fases de pré e pós-colheita, propiciando a formação de defeitos, como os grãos verdes, ardidos e preto-verdes. Esses grãos defeituosos apresentam valores reduzidos para pH e elevados para acidez (Pereira, 1997).

Em trabalho realizado pela Organização Internacional do Café, (1991), o pH das amostras colhidas no chão foi mais elevado que os observados em amostras colhidas por derriça no pano. Esta diferença foi atribuída à presença de defeitos, sendo inclusive percebida sensorialmente por apresentar um gosto acre.

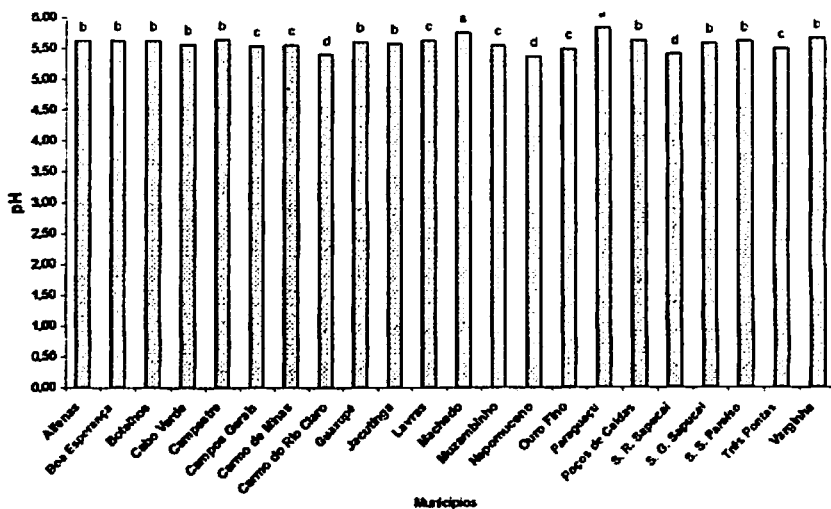


Figura 1 Valores médios pH para amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

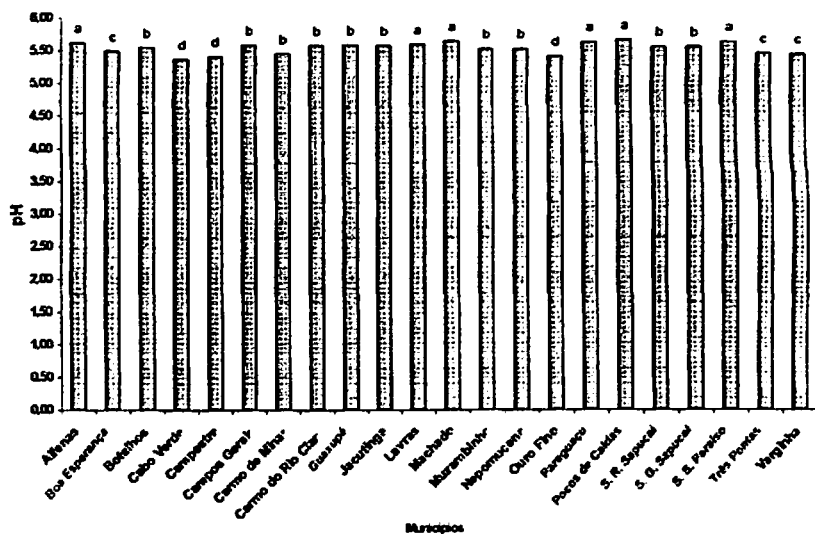


Figura 2 Valores médios pH para amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

5.1.2 Acidez titulável total

Os resultados referentes à acidez titulável total estão demonstrados nas Figuras 3 e 4. Verifica-se haver diferenças significativas entre as amostras de café dos 22 municípios da região Sul de Minas Gerais, tanto nas amostras com os defeitos como nas sem os defeitos.

As amostras de grãos de café beneficiados com os defeitos que apresentaram menores valores de acidez titulável total foram as provenientes de Botelhos, Cabo Verde, Campestre, Machado, Muzambinho e Três Pontas. Por outro lado, as amostras com acidez mais elevada foram as de Carmo do Rio Claro, Jacutinga, Nepomuceno, Ouro Fino e Varginha.

Para as amostras sem os defeitos, as que apresentaram menores valores deste parâmetro foram de Campestre, Lavras, Muzambinho, Santa Rita do Sapucaí e São Sebastião do Paraíso e com maiores valores as de Boa Esperança, Campos Gerais e São Gonçalo do Sapucaí.

Valores de acidez titulável mais elevados indicam haver nos piores cafés, maiores graus de fermentações, geralmente ocorridas na própria planta ou durante a secagem, quando há ocorrência de chuvas.

Os açúcares presentes na mucilagem e na presença de microorganismos são fermentados produzindo álcool, que se desdobra em ácido acético, propiônico e butírico e, a partir deste último, já se observam prejuízos acentuados na qualidade.

Miya et al. (1973/74) observaram valores elevados de acidez em amostras de cafés de pior qualidade. As taxas de variações deveu-se, principalmente, à presença de grãos deteriorados, sendo o defeito preto considerado o pior de todos eles e o que apresentou uma acidez mais elevada.

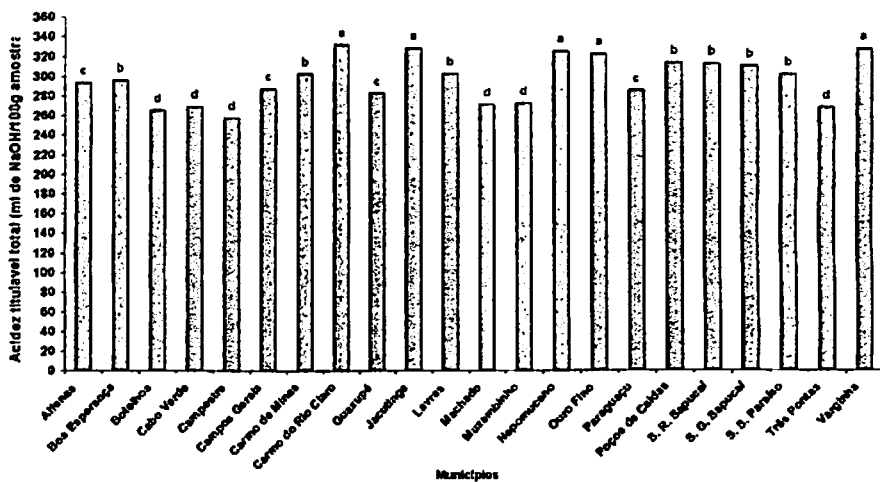


Figura 3 Valores médios acidez titulável total em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

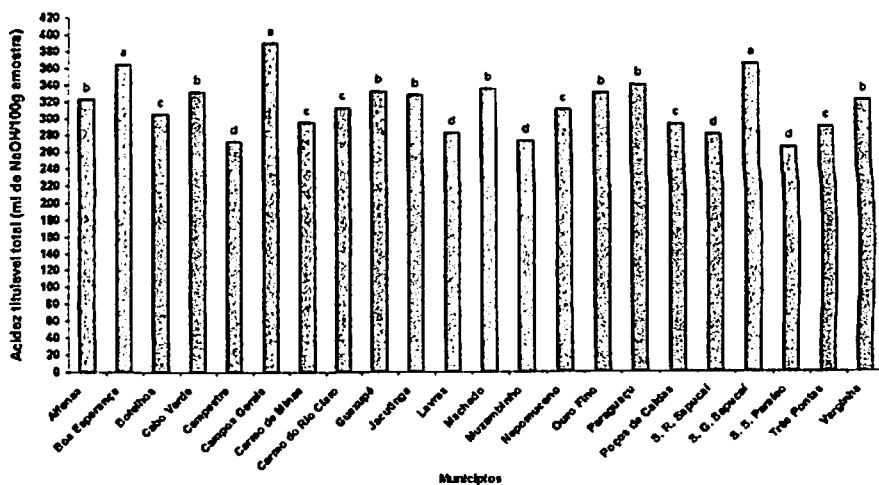


Figura 4 Valores médios acidez titulável total em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Lopes (2000) encontrou, para amostra de café beneficiado cultivado no município de São Sebastião do Paraíso, valor de acidez de 223,04 mL de NaOH 0,1 N por 100g de amostra. Este resultado está próximo ao observado por Souza (1996), que, ao avaliar a qualidade e composição química de café arábica, registrou ser esta localidade uma das que apresentavam o mais baixo teor de acidez.

A acidez titulável pode ser bastante influenciada pelo local de cultivo, principalmente pelas condições ambientais, como precipitação, temperatura, umidade relativa e altitude da região.

5.1.3 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis totais para as amostras de cafés com defeitos e sem defeitos encontram-se nas Figuras 5 e 6. Observa-se que houve diferenças significativas para ambos os tipos de amostras dos 22 municípios estudados da região Sul de Minas Gerais.

Para as amostras com defeitos, os maiores teores foram observados na maioria dos municípios analisados, enquanto que os menores teores foram encontrados nas localidades de Machado, Santa Rita do Sapucaí e Três Pontas. As amostras de Carmo de Minas e Varginha apresentaram teores intermediários.

Com relação às amostras sem defeitos, sobressaíram-se, com teor mais elevado, as provenientes do município de Boa Esperança e os mais baixos teores foram observados nas amostras de Cabo Verde, Carmo de Minas, Jacutinga, Machado, Nepomuceno, Ouro Fino, São Sebastião do Paraíso, Três Pontas e Varginha.

Os teores de sólidos solúveis encontrados no presente trabalho estão dentro ou próximos da faixa de 24% a 31%, proposta por Garruti et al. (1962) e Bassoli (1992), para cafés com mistura de grãos.

Para Pimenta (1995), os valores de sólidos solúveis encontrados para o café arábica foram de 24% a 31% para o grão cru, com teor de umidade entre 11% e 13%, mesmos valores observados pelos autores acima citados.

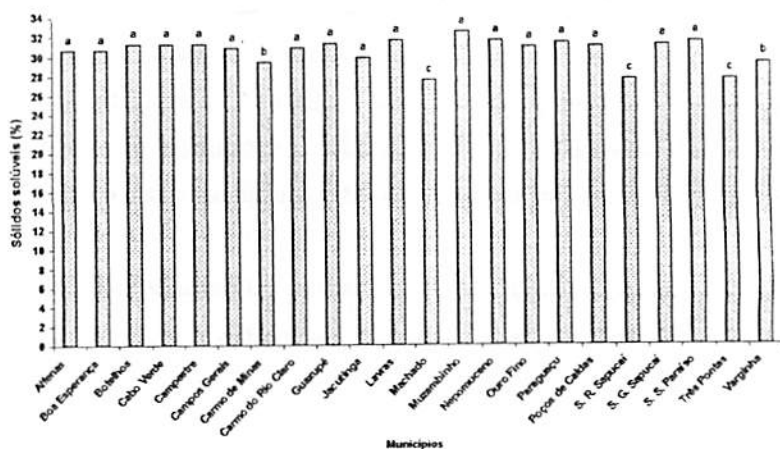


Figura 5 Teores médios de sólidos solúveis totais em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

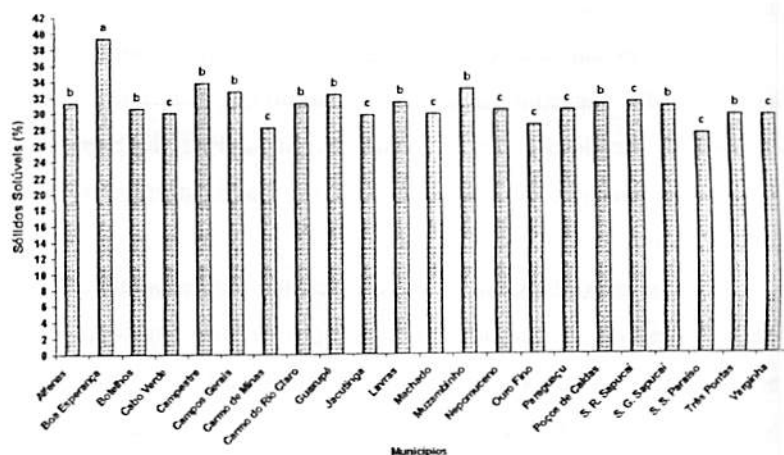


Figura 6 Teores médios de sólidos solúveis totais em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Também Pimenta et al. (2000), analisando cafés de diferentes estádios de maturação, não detectaram diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis totais em cafés verdes, cerejas e secos/passas. No entanto, Carvalho Júnior (2002) relata que, para frutos em geral, é atribuída uma relação direta dos sólidos solúveis com ácidos e açúcares. Porém, os grãos de cafés possuem várias outras substâncias solúveis que podem influenciar esta variável.

5.1.4 Açúcares redutores, não redutores e totais

5.1.4.1 Açúcares redutores

Por meio das Figuras 7 e 8 pode-se visualizar que houve diferenças significativas nos teores de açúcares redutores, tanto para as amostras com defeitos como para as amostras sem defeitos, dos 22 municípios estudados.

Para as amostras com defeitos, os maiores teores foram observados nas de Campos Gerais, Carmo de Minas, Guaxupé, Muzambinho, Ouro Fino e São Sebastião do Paraíso e os menores nas de Alfenas, Botelhos, Campestre e Paraguaçu. As demais amostras apresentam-se com valores intermediários.

Quando se comparam as amostras sem defeitos, nota-se que os teores mais elevados foram para as de Carmo de Minas e Muzambinho e os menores valores para as de Alfenas, Botelhos, Cabo Verde, Campestre, Jacutinga, Machado, Paraguaçu e São Gonçalo do Sapucaí. Os valores para as amostras dos demais municípios encontram-se numa faixa intermediária.

Os menores valores encontrados para estes tipos de açúcares em alguns municípios da região Sul de Minas podem ser atribuídos a algumas condições adversas, sejam injúrias mecânicas, microbianas e fermentativas sofridas pelos frutos nas fases de pré e pós-colheita. Isso porque a maior parte destes compostos encontra-se na mucilagem do café, conforme citam Camargo & Telles Júnior (1953) além do fato desses açúcares serem substratos perfeitos para fermentações e desenvolvimento de fungos.

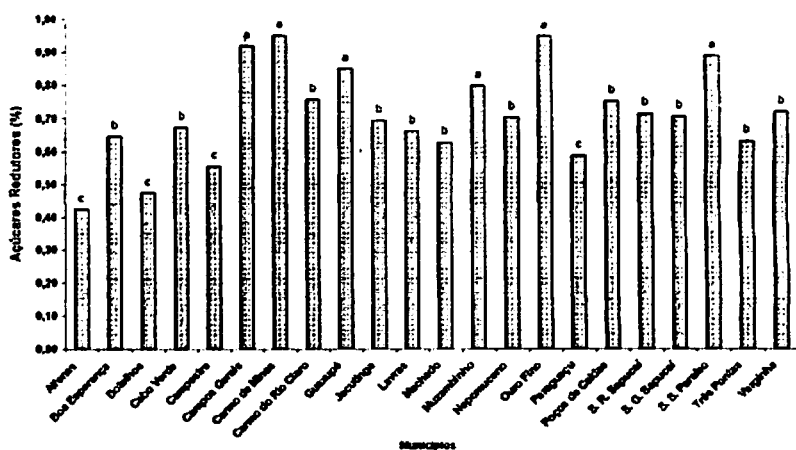


Figura 7 Teores médios de açúcares redutores em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

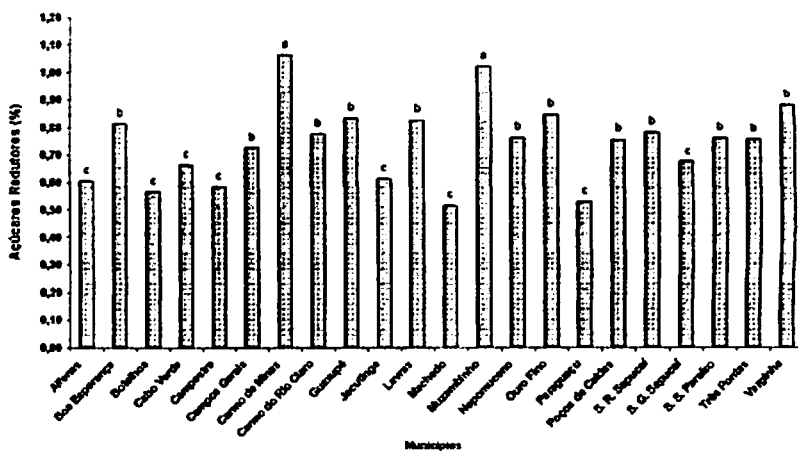


Figura 8 Teores médios de açúcares redutores em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Os resultados obtidos no presente trabalho, para o grão cru de café, apresentam-se dentro da faixa de 0.1% a 1%, citada por Abraham (1992), neste caso para as amostras com defeitos e superior nos municípios de Carmo de Minas e Muzambinho, para as amostras sem defeitos.

5.1.4.2 Açúcares não redutores

Os teores de açúcares não redutores variaram significativamente entre os 22 municípios da região Sul de Minas Gerais analisados, tanto nas amostras com os defeitos como nas amostras sem os defeitos, conforme resultados apresentados nas Figuras 9 e 10.

Nas amostras com os defeitos houve uma predominância destes açúcares nas amostras de Botelhos, Carmo do Rio Claro e Três Pontas e os menores valores foram observados nas amostras de Poços de Caldas e São Gonçalo do Sapucaí. As amostras dos outros municípios apresentam valores intermediários de açúcares não redutores.

Quando se observam os resultados nas amostras sem os defeitos, verifica-se que o teor mais elevado foi a de Poços de Caldas e os menores teores para os municípios de Guaxupé e Varginha. Os teores para as amostras dos demais municípios encontram-se numa faixa intermediária.

Pereira (1997) notou que a diminuição nos teores de açúcares não redutores foi acompanhada por um aumento nos açúcares redutores, indicando uma interconversão da sacarose em açúcares mais simples. Observou também que a elevação dos teores de açúcares redutores e um decréscimo dos não redutores intencificaram-se com a gravidade da injúria destes grãos.

Teores mais baixos de açúcares não redutores podem indicar a realização de uma colheita com maior porcentagem de frutos verdes (Leite, 1991) ou a ocorrência de fermentações mais accentuadas.

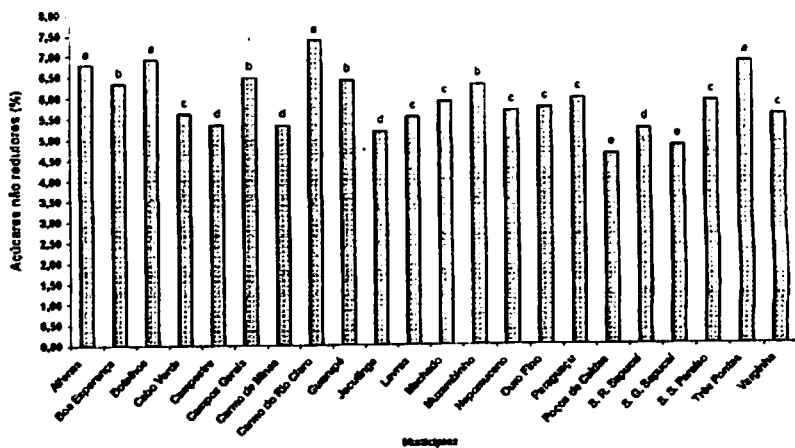


Figura 9 Teores médios de açúcares não redutores em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

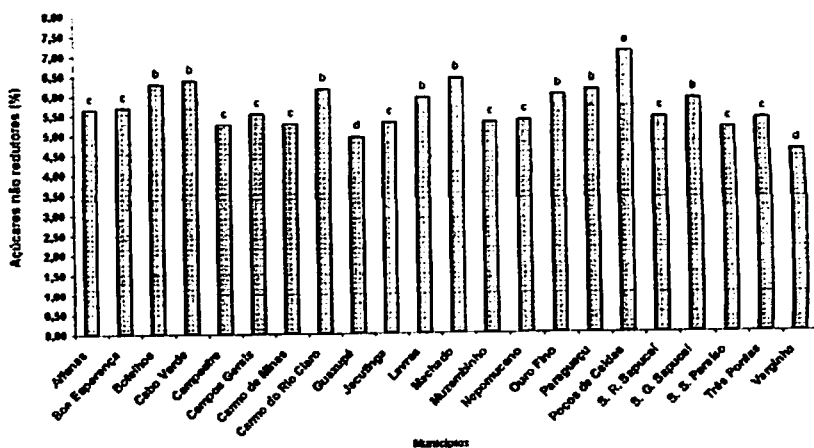


Figura 10 Teores médios de açúcares não redutores em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

As amostras de café dos locais estudados apresentaram teores destes açúcares próximos ou superiores à média encontrada por Sivetz (1963), ou seja, 7,0% e por Wolfrom et al. (1960), em torno de 5,3%.

As condições climáticas da região Sul de Minas, em determinados anos, podem propiciar um amadurecimento anormal dos frutos que, nesta fase, acumulam maiores teores destes compostos e também pode ocorrer uma maior fermentação, tanto de origem química como microbiana, uma vez que os açúcares são substratos para ambos os tipos de fermentações.

5.1.4.3 Açúcares totais

Os resultados obtidos quanto aos teores de açúcares totais encontram-se nas Figuras 11 e 12. Observa-se que houve diferenças significativas entre os 22 municípios da região Sul de Minas Gerais, tanto para as amostras com os defeitos como para as amostras sem os defeitos.

Para as amostras com defeitos, os maiores teores de açúcares totais foram encontrados nas provenientes de Alfenas, Boa Esperança, Botelhos, Campos Gerais, Guaxupé, Muzambinho, São Sebastião do Paraíso e Três Pontas e, com menores teores, em Campestre, Jacutinga, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí e São Gonçalo do Sapucaí. As demais amostras apresentaram valores intermediários.

Para as amostras de café sem os defeitos, sobressaiu-se com o teor mais elevado deste açúcar a de Poços de Caldas e, com menores valores, as de Campestre, Guaxupé, Jacutinga e Varginha. As amostras dos outros municípios apresentaram teores intermediários de açúcares totais.

Os teores de açúcares totais obtidos nas amostras dos 22 municípios estudados mostram-se inferiores ao valor médio observado por Navellier (1970). Os cafés analisados por este autor apresentaram, em média, 8,00% de açúcares totais, com exceção para a média das amostras do município de Poços de Caldas, que foi superior.

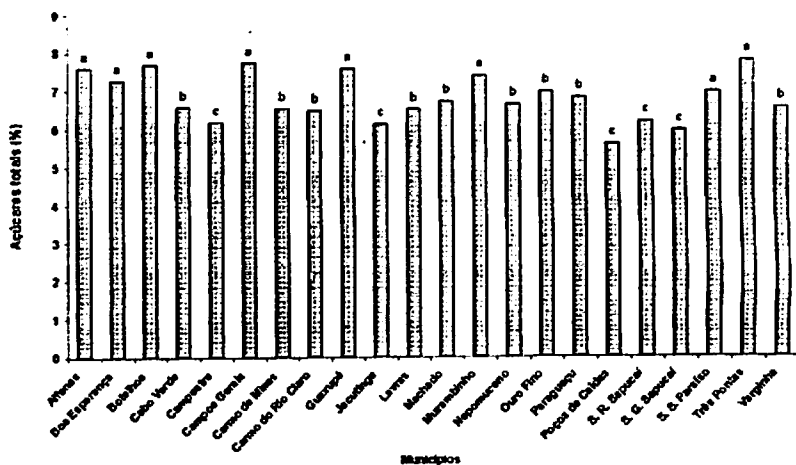


Figura 11 Teores médios de açúcares totais em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

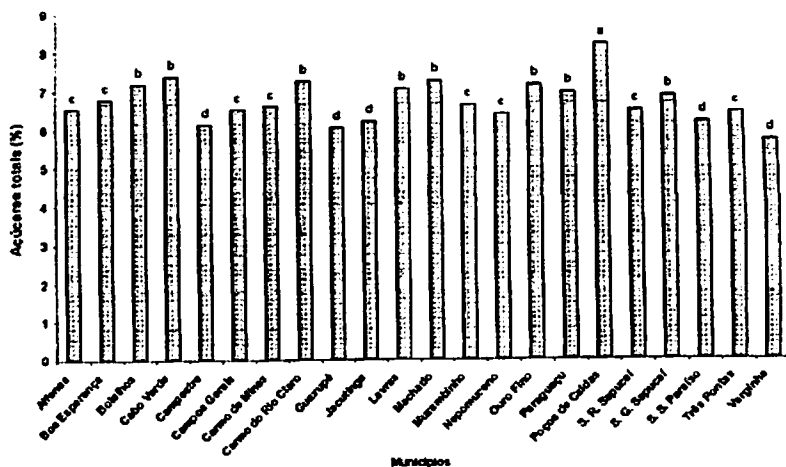


Figura 12 Teores médios de açúcares totais em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Segundo Rena & Maestri (1985), os açúcares aumentam em concentração apenas a partir do início da maturação, tendo sido observados 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, verificou que os frutos derriçados no pano mostraram menores teores de açúcares totais em relação aos cerejas e cerejas despulpadas, o que foi atribuído à presença de verdes na colheita por derriça e onde ocorre a presença de frutos em diferentes estádios de maturação.

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

Segundo a OIC (1991), a doçura é uma das características de sabor desejáveis nos cafés *gourmets* ou especiais 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*.

5.1.5 Proteína bruta

Os resultados apresentados nas Figuras 13 e 14 mostram haver diferenças significativas entre os teores de proteína bruta das amostras de café com e sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas Gerais.

Para as amostras com defeitos, os maiores teores de proteína bruta foram verificados nas de Campos Gerais, Carmo de Minas, Carmo do Rio Claro, Guaxupé, Jacutinga, Machado, Muzambinho, Nepomuceno, Ouro Fino, Paraguaçu, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí e São Gonçalo do Sapucaí. As amostras dos demais municípios apresentaram valores um pouco menor.

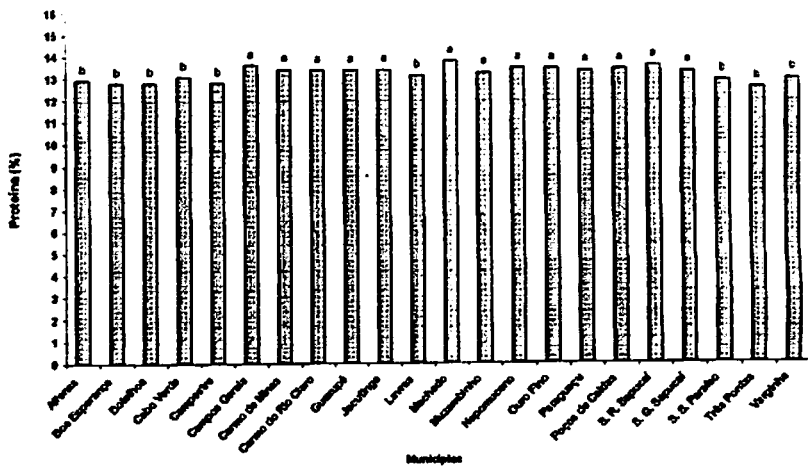


Figura 13 Teores médios de proteína bruta em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

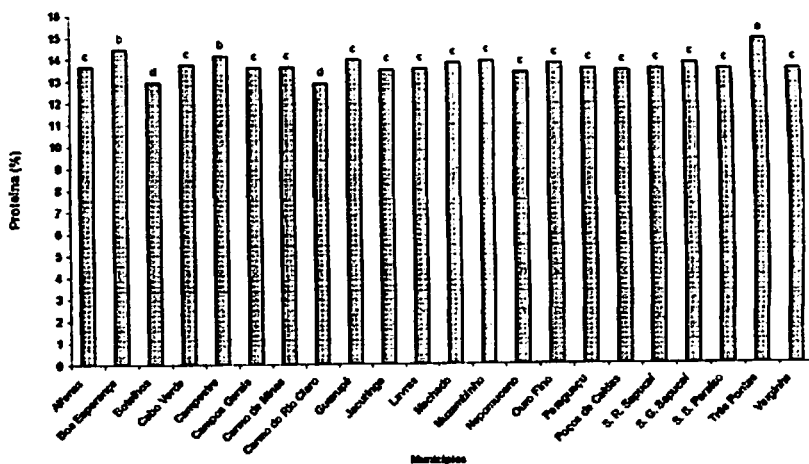


Figura 14 Teores médios de proteína bruta em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Os resultados obtidos para as amostras sem defeitos evidenciam maiores teores deste composto químico para as que foram colhidas no município de Três Pontas e os menores teores para as de Botelhos e Carmo do Rio Claro. As amostras dos outros municípios apresentaram-se com teores intermediários.

Os valores de proteína bruta obtidos nos 22 municípios da região Sul de Minas estão dentro da faixa de variação citada por Bassoli (1992), de 9% a 16% para o café arábica.

Trabalhos realizados pela OIC (1991) com café "Catuai", mostraram teores de 12,38% para o café bóia, 12,49% para o cereja lavado e 14,96% para o verde lavado. Estes valores se encontram próximos aos observados no presente trabalho, em que as amostras foram de café de pano.

5.1.6 Polifenóis

Ocorreram diferenças significativas nos teores de polifenóis entre as amostras dos 22 municípios da região Sul de Minas Gerais, tanto nos cafés com defeitos como nos cafés sem defeitos, como pode ser evidenciado nas Figuras 15 e 16.

Nas amostras com defeitos, os menores percentuais destes constituintes químicos foram registrados para aquelas de Boa Esperança, Carmo de Minas e Nepomuceno e os maiores percentuais para as amostras de Alfenas, Campos Gerais, Carmo do Rio Claro, Jacutinga, Lavras, Machado, Paraguaçu, Poços de Caldas, São Sebastião do Paraíso e Três Pontas.

Nas amostras sem defeitos, os teores de polifenóis foram menores nas de Boa Esperança, Cabo Verde e Jacutinga e maiores nas amostras de Alfenas, Nepomuceno e Poços de Caldas. Os resultados obtidos para as amostras dos demais municípios encontram-se numa faixa intermediária.

A presença de polifenóis no café também foi verificada por Carvalho et al. (1994), que encontraram uma média destes compostos nos frutos colhidos cereja de 8,37% e, para os derriçados no pano, de 9,66%, teores bem mais elevados do que os observados nas amostras analisadas no presente trabalho, cujas amostras eram também originadas de cafés derriçados no pano.

Também Chagas (1994), analisando amostras de café das três principais regiões produtoras de Minas Gerais, encontrou valores de polifenóis menores que os observados pelos autores acima citados.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que, possivelmente, houve, nas amostras analisadas, uma menor porcentagem de frutos verdes e semi-maduros, indicando uma colheita mais uniforme e, conseqüentemente, uma diminuição nos valores destes compostos.

Uma redução nos teores de polifenóis foi observada por Pimenta (1995), relacionando-a à ocorrência de um maior percentual de frutos cerejas na mistura ou baixos índices de frutos verdes, que propiciaram bebidas menos adstringentes e, assim, de melhor qualidade.

Os polifenóis são compostos responsáveis pela adstringência dos frutos, interferindo no sabor do café. Existem indícios da ocorrência de maior concentração de polifenóis em cafés de pior qualidade. Isso tem sido atribuído à ocorrência de microorganismos, principalmente o *Fusarium* sp (Amorim & Teixeira, 1975), ao estágio de maturação dos frutos, especialmente em razão de elevadas porcentagens de frutos verdes (Carvalho et al., 1989; Pimenta et al., 2000; Pimenta, 2001) e à presença de defeitos (Pereira, 1997; Coelho 2000).

Segundo Amorim (1978), cafés de diferentes qualidades de bebida apresentaram diferenças marcantes na distribuição de fenóis, indicando mudanças químicas durante a deterioração do grão. O autor não apresentou resultados quantitativos destes compostos, porém, verificou, em termos histoquímicos, que os melhores cafés apresentaram uma coloração mais intensa em camadas de células mais externas quando colocadas para reagir

em reativo de nitrito, específico para fenólicos. o que não foi constatado nos cafés inferiores, que apresentaram coloração homogênea por todo o grão.

5.1.7 Cafeína

Pelos resultados mostrados nas Figuras 17 e 18, pode-se visualizar que ocorreram diferenças significativas nos teores de cafeína nas amostras analisadas, com e sem os defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas Gerais.

Para as amostras com defeitos, os maiores teores foram observados nas de Alfenas, Cabo Verde, Campos Gerais, Carmo de Minas, Guaxupé, Jacutinga e Muzambinho, tendo as amostras dos demais municípios apresentado percentuais um pouco inferiores.

Nas amostras sem defeitos, os teores mais elevados foram detectados nas de Alfenas, Botelhos, Cabo Verde, Campos Gerais, Lavras, Nepomuceno e Ouro Fino. Também neste caso, nas amostras dos demais municípios, os valores de cafeína apresentaram-se inferiores, porém, estatisticamente iguais.

Os teores de cafeína verificados em todas as amostras de café dos 22 municípios da região Sul Minas Gerais estão dentro da faixa indicada de 0,6% a 1,5%, por diversos autores, citados por Prete (1992).

O conteúdo de cafeína no grão de café depende da espécie em questão. Conforme Carvalho et al. (1983), as de *Coffea arabica* L., contém, em média, 1,2% deste alcalóide e as de *Coffea canephora* Pierre, em torno de 2,2%.

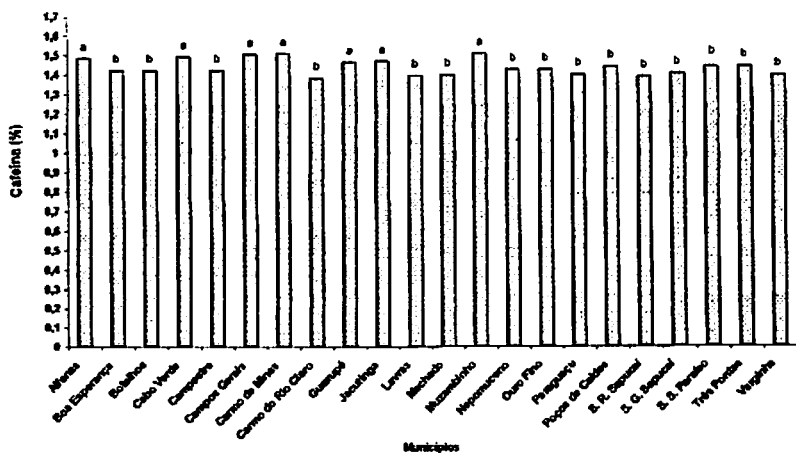


Figura 17 Teores médios de cafeína em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

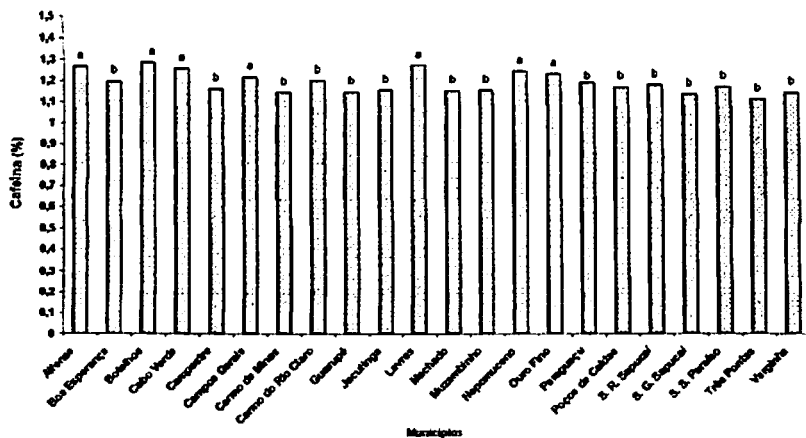


Figura 18 Teores médios de cafeína em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Lopes (2000), estudando os teores de cafeína em diferentes cultivares de café, observou que apresentaram o maior valor o Catuai Vermelho, a Acaia Cerrado, o Rubi, o Icatú Amarelo (LCG 3282) e (h 2944); e Mundo Novo, Topázio e Catuai Amarelo demonstraram os menores valores. A mesma autora constatou ainda que a variação do teor de cafeína entre cultivares distintas, colhidas no mesmo local, apresentou diferenças devido à influência do genótipo sobre a síntese desse alcalóide, sugerindo que, para um mesmo local, mediante a escolha da cultivar, diferentes preferências do consumidor poderiam ser atendidas na obtenção de maiores ou menores teores deste estimulante

5.1.8 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica estão apresentados nas Figuras 19 e 20. Pode-se observar que ocorreram diferenças significativas entre as amostras dos 22 municípios da região Sul de Minas analisadas. Esta diferença foi registrada tanto para as amostras de café com defeitos como para as amostras sem defeitos.

Quando se comparam as amostras com os defeitos, os maiores valores foram encontrados nas que foram colhidas em Alfenas, Campestre, Guaxupé, Jacutinga, Lavras, Machado e Paraguaçu e o menor valor foi observado nas amostras de Carmo de Minas.

Para as amostras sem defeitos, os valores mais elevados foram verificados nas de Boa Esperança, Botelhos, Campos Gerais, Nepomuceno, Ouro Fino, Paraguaçu e Três Pontas e, com menores valores, embora estatisticamente iguais, as amostras dos demais municípios estudados.

De acordo com Powell (1986), citado por Prete (1992), o teste de condutividade elétrica tem base teórica consistente e proporciona resultados reproduzíveis, desde que seja dada uma atenção especial aos seguintes fatores: teor de umidade inicial, uniformidade da amostra e tempo de embebição e temperatura. Daí, ela pode apresentar vantagens adicionais de se ter uma metodologia simples e fornecer resultados rapidamente.

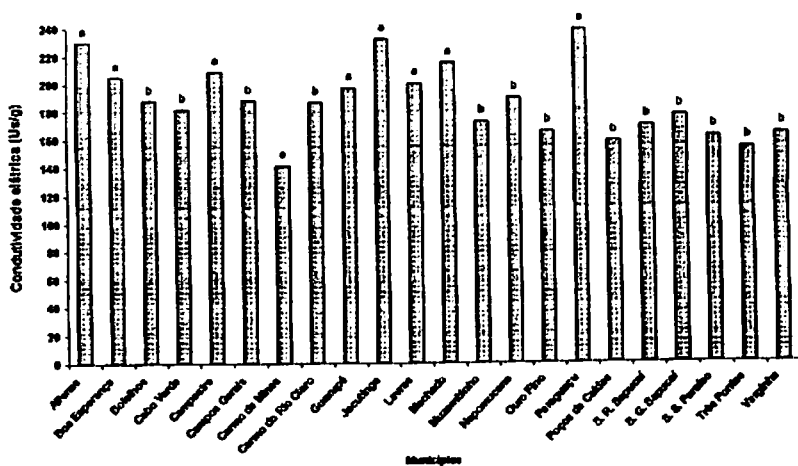


Figura 19 Valores médios de condutividade elétrica em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

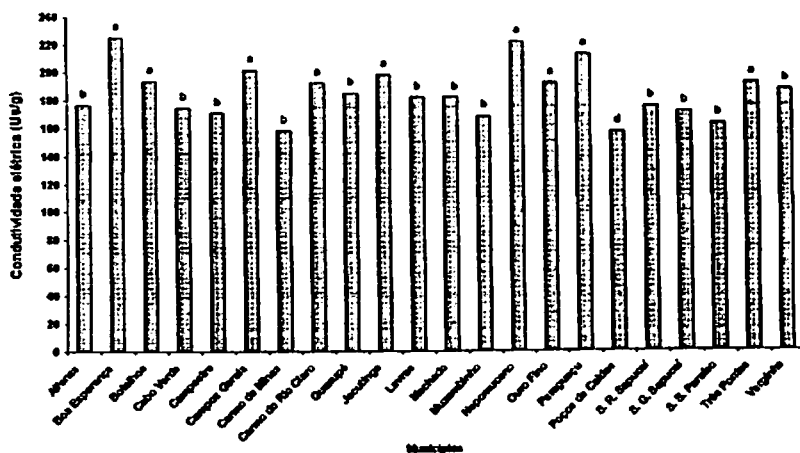


Figura 20 Valores médios de condutividade elétrica em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Lopes (2000), estudando a condutividade elétrica de diferentes cultivares de café, verificou que apresentaram os maiores valores o Icatu Amarelo (H 2944), Mundo Novo e Acaia Cerrado e os menores foram encontrados nas cultivares Topázio, Rubi e Icatu Amarelo (LGC 3282). As cultivares Catuai Vermelho e Catuai Amarelo apresentaram resultados intermediários. Estes resultados, segundo a mesma autora, demonstram haver uma relação positiva com a lixiviação de potássio, observando-se que a maior condutividade elétrica foi encontrada em grãos que sofreram maior lixiviação de potássio.

Segundo ainda Lopes (2000), as cultivares que tiveram seus grãos com maiores valores para a condutividade elétrica apresentaram essa variação química associada a uma menor rigidez da membrana celular e que, devido a uma maior susceptibilidade às injúrias, tiveram uma translocação facilitada e, sobretudo, maior de ions citoplasmáticos, para o meio líquido.

Prete (1992) relata ser o ion potássio o ion lixiviado em maior quantidade e que apresenta relação com a condutividade elétrica, com $r^2=0,99$.

5.1.9 Lixiviação de potássio

Os resultados de lixiviação de potássio apresentados nas Figuras 21 e 22 mostram haver diferenças significativas entre as amostras com e sem os déficits dos 22 municípios estudados da região Sul de Minas Gerais.

Observaram-se, para as amostras com déficits, os maiores valores para as de Alfenas, Boa Esperança, Botelhos, Campestre, Campos Gerais, Guaxupé, Jacutinga, Lavras, Machado, Nepomuceno, Paraguaçu e São Gonçalo do Sapucaí. As dos outros municípios, apesar de apresentarem valores inferiores, foram estatisticamente iguais.

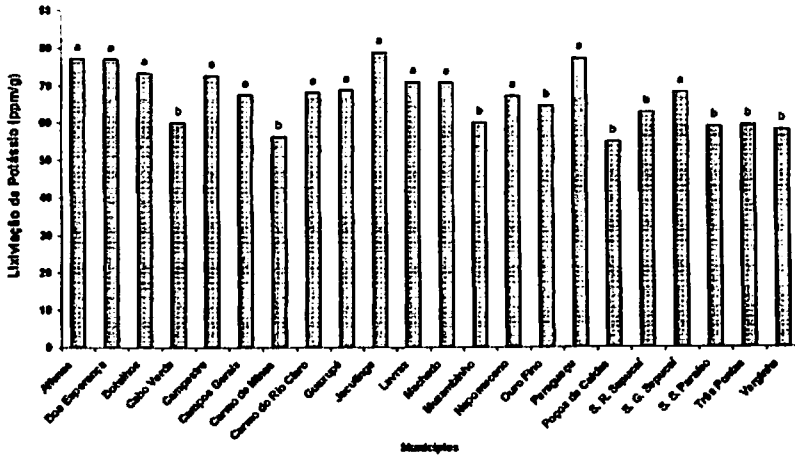


Figura 21 Valores médios de lixiviação de potássio em amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

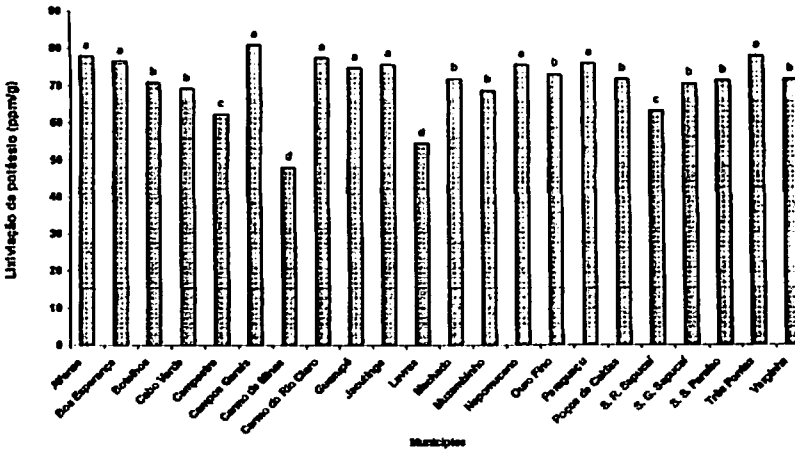


Figura 22 Valores médios de lixiviação de potássio em amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios produtores da Região Sul de Minas. UFLA, Lavras, 2003.

Comparando-se as amostras sem os defeitos, constata-se que obtiveram os valores mais elevados as de Alfenas, Boa Esperança, Campos Gerais, Carmo do Rio Claro, Guaxupé, Jacutinga, Nepomuceno, Paraguaçu e Três Pontas e os menores para as de Carmo de Minas e Lavras. As amostras dos demais municípios analisados apresentaram valores intermediários para este parâmetro.

Os valores de lixiviação de íons potássio encontrados no presente trabalho, após 3 horas de embebição dos grãos, apresentaram-se bem mais elevados do que os verificados por Prete (1992), que foram de 42,49 ppm no líquido/g de amostra, para grãos colhidos verdes e 18,30 ppm para grãos colhidos cerejas, com 3,5 horas de embebição dos grãos, porém, com variações entre estádios, bastante semelhantes.

Amorim (1978), estudando aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde e relacionando os resultados com a deterioração da qualidade, verificou haver maior lixiviação de potássio nos grãos dos piores cafés.

Pimenta (1995) relata que cafés de melhor qualidade, como os colhidos no estádio cereja, apresentam menos grãos defeituosos e, portanto, mostraram menores lixiviações de íons potássio, pelo fato destes grãos apresentarem as paredes celulares menos deterioradas e, conseqüentemente, menor saída destes íons do interior das células. O mesmo autor encontrou altos valores para o estádio seco/passa, mostrando ter ocorrido neste estádio uma maior desestruturação das membranas celulares pela atuação de enzimas pécticas. As menores perdas nos estádios verde-cana e cereja indicam melhores conformações das paredes celulares e, com isso, apresentarem uma melhor qualidade.

5.1.10 Atividade da polifenoloxidase

Nas Figuras 23 e 24 encontram-se os resultados da atividade da polifenoloxidase nas amostras de café com e sem defeitos. Os resultados

obtidos mostram haver diferenças significativas entre os 22 municípios da região Sul de Minas Gerais.

Quando se observam os resultados das amostras com defeitos, os maiores valores da atividade da polifenoloxidase foram verificadas nas de Nepomuccno, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião do Paraíso e Varginha e o menor para as de Santa Rita do Sapucaí. As amostras dos outros municípios apresentam valores intermediários, porém, estatisticamente iguais.

Já para as amostras sem defeitos, destacaram-se com maiores valores as de Ouro Fino e Varginha, seguidas pelas de Alfenas, Jacutinga e São Gonçalo do Sapucaí. As demais amostras apresentaram menores valores, embora não haja diferenças estatísticas entre eles.

Segundo resultados obtidos por Carvalho et al. (1994), a determinação da atividade da polifenoloxidase permite avaliar de modo objetivo a qualidade do café e pode ser complementar à análise sensorial (prova de xícara), rotineiramente utilizada na classificação da bebida do café.

Amorim (1978) sugere que danos ocorridos nas membranas liberam e, portanto, ativam a polifenoloxidase que, por sua vez, oxida os ácidos clorogênicos a quinonas. A polifenoloxidase é inibida pelas quinonas formadas, diminuindo sua atividade. Qualquer fator ambiente que altere a estrutura da membrana, como, por exemplo, ataque de insetos, infecções microbianas, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provoca uma rápida deterioração dos grãos de café. Uma vez rompida a membrana celular, ocorre um maior contato entre as enzimas e compostos químicos presentes intra e extracelular no grão. Isto ocasiona reações químicas que modificam a composição química original do café verde e, em consequência, as propriedades organolépticas da infusão preparada com este.

5.2 Classificação física do café

Os resultados de cada defeito, do número de defeitos, da porcentagem de defeitos, encontram-se nas Tabelas 7, 8, 9 e 10. Os resultados apresentados são referentes às amostras de cafés provenientes dos 22 municípios da região Sul de Minas, sendo constituídos de 10 cafeicultores por município, perfazendo um total de 220 amostras. Os municípios foram agrupados em quatro tabelas e em cada tabela calcularam-se as médias dos mesmos.

A quantidade de defeitos é muito variável entre os municípios e também entre os cafeicultores de um mesmo município, conforme pode ser visualizado na Tabela 8. Isto pode ser devido a variações nos tratos culturais da lavoura, microclimas, altitudes, variedades, sistemas de colheita, processamento (secagem, armazenamento e transporte) e, principalmente ter o máximo de cuidados em todas as fases de pré e pós-colheita.

Os principais defeitos encontrados, considerando-se os valores das quatro tabelas, a partir do defeito de maior número, foram: grãos quebrados (15 a 81 defeitos), ardidos (11 a 75 defeitos), pretos (6 a 62 defeitos), verdes (9 a 49 defeitos) e brocados (2 a 82 defeitos).

A porcentagem que o total de defeitos representada nas amostras também varia muito, conforme se pode ver nas Tabelas 10, com valores tão baixos como 5%, até porcentagens bem altas como 28%. Porém, na média, estes valores foram de 15% a 21%.

Na Tabela 9, encontram-se as médias da classificação e os principais defeitos, resumidos em uma só tabela.

Com relação à classificação quanto ao tipo, a exceção das amostras de Varginha, que apresentaram, em média, o tipo 5 - 25, as de todos os outros municípios da região Sul de Minas classificaram-se com o tipo superior a 6, isto é, inferiores em termos de qualidade, com amostras de um município abaixo do tipo 6; de oito municípios entre os tipos 6 e 7, e treze municípios inferiores ao tipo 7.

TABELA 7. Número de defeitos e classificação do café de 22 municípios da Região Sul de Minas Gerais. Lavras, MG, UFLA, 2003.

DEFEITOS	MUNICÍPIOS						MÉDIAS
	ALFENAS	BOA ESPERANÇA	CABO VERDE	CAMPESTRE	CAMPOS GERAIS	CARMO DO RIO CLARO	
Preto	27	24	62	48	11	54	38
Ardido	25	17	51	70	30	34	38
Verde	24	09	26	36	11	22	21
Brocado	42	65	14	02	46	26	32
Concha	02	01	01	08	-	13	5
Chocho	10	01	01	-	5	-	3
Mal Granado	12	01	02	07	2	04	5
Quebrado	46	39	25	69	19	45	40
Côco	-	-	-	-	-	2	0
Marinheiro	-	-	-	-	0	-	0
Casca	1	1	1	4	0	1	2
Pau	-	-	-	1	1	-	0
Pedra	-	4	4	2	1	3	2
Torrão	-	-	-	-	-	-	-
Nº de defeitos	190	162	187	247	126	193	186
% de defeitos	6,83	19	19	22	28	14,38	21
Impurezas (fundo)	20,05	4	4	2	5	13,37	8
Tipo	7-10	7	7-5	7-20	6-25	7-10	7-5

Continua...

TABELA 7: (continuação)

MUNICÍPIOS							
DEFEITOS	GUAXUPÉ	MACHADO	MUZAMBINHO	PARAGUAÇU	TRÊS PONTAS	MÉDIAS	
Preto	28	39	31	37	14	30	
Ardido	29	61	32	58	35	43	
Verde	22	49	14	25	17	24	
Brocado	33	17	-	67	82	40	
Concha	01	18	-	11	03	6	
Chocho	03	01	-	01	08	3	
Mal Granado	1	01	-	11	13	5	
Quebrado	47	45	23	81	21	43	
Côco	-	01	-	-	-	0	
Marinheiro	06	01	-	-	-	1	
Casca	24	8	6	4	-	9	
Pau	-	01	6	2	-	2	
Pedra	7	04	-	8	6	5	
Torrão	-	-	-	-	-	-	
Nº de defeitos	194	247	112	318	199	198	
% de defeitos	16,06	19,80	5,86	23,97	19,26	16	
Impurezas (fundo)	1,57	5,97	1,00	3,74	1,77	2	
Tipo	7-10	7-20	6-20	7-40	6-20	7-10	

Continua...

TABELA 7: (continuação)

DEFEITOS	MUNICÍPIOS						MÉDIAS
	SANTA RITA DO SAPUCAÍ	LAVRAS	JACUTINGA	CARMO DE MINAS	VARGINHA	NEPOMUCENO	
Preto	36	27	34	20	10	9	21
Ardido	29	41	23	26	11	15	24
Verde	26	27	24	13	14	18	20
Brocado	10	14	12	9	8	42	16
Concha	01	1	1	1	1	1	1
Chocho	-	2	-	-	-	1	1
Mal Granado	1	4	2	-	1	1	2
Quebrado	20	50	80	15	10	33	34
Côco	-	-	-	1	-	1	0
Marinheiro	1	2	-	-	1	-	1
Casca	3	3	4	3	1	1	2
Pau	-	1	-	-	1	-	0
Pedra	7	5	27	13	3	4	10
Torrão	-	-	-	-	-	-	-
Nº de defeitos	133	177	207	101	62	125	132
% de defeitos	15,50	19,9	24	10,80	5,95	15,99	15
Impurezas (fundo)	1,73	-	6,46	1,12	1,28	2,46	2
Tipo	6-30	7-5	7-10	6-10	5-20	6-25	6-30

Continua...

TABELA 7: (continuação)

MUNICÍPIOS						
DEFEITOS	BOTELHOS	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	OURO FINO	POÇOS DE CALDAS	SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO	MÉDIAS
Preto	42	21	11	12	6	18
Ardido	75	31	24	27	20	35
Verde	17	22	24	44	31	27
Brocado	17	10	4	17	23	14
Concha	01	1	2	-	-	1
Chocho	-	-	-	-	1	0
Mal Granado	02	1	1	1	-	1
Quebrado	22	27	79	25	27	36
Côco	-	-	-	-	-	-
Marinheiro	-	-	-	1	-	0
Casca	01	-	11	6	1	4
Pau	-	-	1	1	-	1
Pedra	04	5	17	15	2	9
Torrão	-	-	-	-	-	-
Nº de defeitos	181	118	174	149	111	147
% de defeitos	18,84	14,25	22,73	17,57	7,83	16
Impurezas (fundo)	3,63	3,00	6,73	1,722	1,88	3
Tipo	7-5	6-20	7-5	6-40	6-15	6-40

TABELA 8: Faixas de variação do número de defeitos entre os produtores de 22 municípios da Região Sul de Minas Gerais. UFLA, Lavras-MG, 2003.

Municípios	Preto	Ardido	Verde	Brocado
Alfenas	9-69	15-45	9-36	9-75
Boa Esperança	6-87	3-33	3-30	3-309
Cabo Verde	3-390	3-156	6-48	3-57
Campestre	30-99	33-159	15-72	3-6
Campos Gerais	3-24	33-159	15-72	9-183
Carmo do Rio Claro	4-210	3-72	3-69	3-66
Guaxupé	3-60	7-75	6-57	6-96
Machado	9-141	21-132	15-93	6-42
Muzambinho	3-60	12-81	6-33	-
Paraguaçu	1-129	15-96	4-51	6-423
Três Pontas	6-57	6-132	3-49	10-432
Santa Rita do Sapucaí	7-128	6-47	9-49	3-30
Lavras	21-111	12-87	9-54	6-36
Jacutinga	3-83	6-48	12-54	2-61
Carmo de Minas	6-36	4-57	6-42	2-57
Varginha	6-25	6-23	3-25	3-32
Nepomuceno	3-21	6-60	3-36	3-288
Botelhos	15-186	24-147	3-63	3-36
São Gonçalo do Sapucaí	5-61	4-90	1-73	1-30
Ouro Fino	3-26	9-67	5-57	2-23
Poços de Caldas	12-46	3-48	12-67	1-48
São Sebastião do Paraíso	3-21	9-487	9-49	3-30

TABELA 9 Classificação física e principais defeitos em amostras de café provenientes de 22 municípios da Região Sul de Minas Gerais. UFLA, Lavras-MG, 2003.

Municípios	Nº de Defeitos	Tipo	Principais Defeitos				
			Preto	Ardido	Verde	Brocado	Quebrado
Alfenas	189	7-5	27	25	24	42	46
Boa Esperança	164	7	24	17	09	65	39
Cabo Verde	196	7-10	62	51	26	14	25
Campestre	242	7-20	48	70	36	02	69
Campos Gerais	133	6-30	11	30	11	46	19
Carmo do Rio Claro	193	7-10	54	34	22	26	45
Guaxupé	191	7-10	28	29	22	33	47
Machado	236	7-20	39	61	49	17	45
Muzambinho	130	6-30	31	32	14	-	23
Paraguaçu	303	7-35	37	58	25	67	81
Três Pontas	199	7-10	14	35	17	82	21
Santa Rita do Sapucaí	133	6-30	36	29	26	10	20
Lavras	177	7-5	27	41	27	14	50
Jacutinga	207	7-10	34	23	24	12	80
Carmo de Minas	101	6-10	20	26	13	09	15
Varginha	62	5-20	10	11	14	08	10
Nepomuceno	121	6-25	09	15	18	42	33
Botelhos	181	7-5	42	75	17	17	22
São Gonçalo do Sapucaí	115	6-20	21	31	22	10	27
Ouro Fino	174	7-5	11	24	24	04	79
Poços de Caldas	149	6-40	12	27	44	17	25
São Sebastião do Paraíso	117	6-20	06	20	31	23	27

TABELA 10 Percentual dos principais defeitos do café de 22 municípios da Região Sul de Minas Gerais. UFLA, Lavras-MG, 2003.

MUNICÍPIOS	DEFEITOS					
	PRETO	ARDIDO	VERDE	QUEBRADO	BROCADO	OUTROS
Alfenas	14,2	13,1	22,1	24,2	22,1	13,8
Boa Esperança	14,5	10,3	39,4	23,6	39,4	6,8
Cabo Verde	15,6	22,6	5,4	25,3	5,4	11,8
Campestre	19,8	28,9	0,8	28,5	0,8	7,1
Campos Gerais	7,3	21,3	33,1	13,2	33,1	17,0
Carmo do Rio Claro	27,8	17,5	13,4	23,7	13,4	6,3
Guaxupé	14,4	14,9	17,5	22,7	17,5	22,8
Machado	17,0	26	7,4	19,7	7,4	8,8
Muzambinho	27,4	28,3	-	20,3	-	11,6
Paraguaçu	12,2	19,1	22,1	27,1	22,1	11,3
Três Pontas	7,0	17,6	41,2	10,5	41,2	15,2
Santa Rita do Sapucaí	26,9	21,6	7,5	14,9	7,5	9,7
Lavras	15,2	23,1	7,9	28,2	7,9	10,4
Jacutinga	14,4	11,0	5,8	38,4	5,8	18,9
Carmo de Minas	20	26	9	15	9	17
Varginha	16,1	17,7	12,9	16,1	12,9	14,6
Nepomuceno	7,2	12,0	33,6	26,4	33,6	25,4
Botelhos	22,9	41,0	9,3	12,0	9,3	6,1
São Gonçalo do Sapucaí	17,8	26,3	8,5	22,9	8,5	5,9
Ouro Fino	6,3	13,7	2,3	45,4	2,3	18,4
Poços de Caldas	8,0	18,1	11,4	16,8	11,4	16,2
São Sebastião do Paraíso	5,4	18,0	27,9	24,3	27,9	3,7
Média Geral	14,8	20,7	14,2	24,2	12,5	13,1

Na Tabela 10 podem ser observados os percentuais de cada um dos principais defeitos (número de defeitos) nas amostras dos 22 municípios estudados. A quantidade muito grande de grãos quebrados se deve talvez à secagem excessiva ou danos mecânicos no beneficiamento. Algumas amostras vieram já beneficiadas das propriedades e outras foram beneficiadas em beneficiadora piloto de laboratório. Há uma variação muito grande de todos os defeitos entre os municípios, porém, a média geral segue a mesma relação que se vê para o número de defeitos, ou seja, em primeiro lugar, os quebrados com 24,2%, em seguida os ardidos com 20,7%, os pretos com 14,8%, os verdes com 14,2% e os brocados com 12,5%.

A prova de xícara tem sido o mais importante teste de qualidade, porém, a classificação física e química reflete com absoluta segurança os cuidados que o cafeicultor deve ter com a condução da lavoura e nos processos pós-colheita. A identificação das principais ocorrências serve de diagnóstico para os procedimentos a serem adotados pelos produtores no sentido de melhorar a qualidade do café e, conseqüentemente, obter um lucro maior.

Os principais defeitos intrínsecos do café, que afetam diretamente a qualidade, são o defeito verde, o defeito ardido e o defeito preto, sendo estes inaceitáveis para o mercado externo. Atualmente, com as modernas máquinas denominadas catadoras eletrônicas, estes defeitos são facilmente retirados.

A ocorrência de defeitos tem sido atribuída a diversos fatores, como deficiências nutricionais, ataque de pragas e doenças, 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 e doenças podem originar frutos com má formação, susceptíveis a invasões fúngicas e queda precoce, ocasionando fermentações indesejáveis que reduzem a qualidade dos grãos.

Na Tabela 07, encontram-se os principais defeitos nas amostras de café provenientes dos 22 municípios da região Sul de Minas. em porcentagem por peso (g/100g de amostra).

As amostras que apresentaram os maiores valores para grão preto foram as de Cabo Verde, Carmo do Rio Claro, Campestre e Botelhos e as de menores valores foram São Sebastião do Paraíso, Nepomucceno, Campos Gerais e Varginha.

A permanência prolongada de frutos secos nos cafeeiros ou no solo possibilita a ocorrência de fermentações e infecções microbianas, originando cafés de pior qualidade quanto aos aspectos físicos e sensoriais (Meireles, 1990). Nesse sentido, o pior defeito encontrado e considerado pelos classificadores como defeito capital é o grão preto.

Lazzarini & Morais (1958) analisaram amostras de cafés de várias regiões do estado de São Paulo, encontrando 56,7% a 79,9% de grãos perfeitos e 1,4% a 10,4% de grãos pretos. Por meio de composições com 0,0%; 2,5%; 5,0% e 10% de grãos pretos, observou-se que os cafés classificados como estritamente mole (0% de defeitos) modificaram-se para um pouco superior a mole, pouco pior que apenas mole e quase duro com a adição de 2,5%, 5% e 10% do defeito preto, respectivamente. Para os autores acima citados, 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, visto que diferenças significativas já foram constatadas mesmo em análises subjetivas, como a prova de xícara. Estudos conduzidos por Myia et al. (1973/74) demonstraram que tanto a qualidade da bebida mole como a bebida 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). Estes 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 bebida dura.

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

Ainda na Tabela 9, as amostras que se sobressaíram com as maiores porcentagens de grãos ardidos foram as de Botelhos, Campestre, Cabo Verde e Paraguaçu e as que apresentaram menores porcentagens foram as de Varginha, Nepomuceno, São Sebastião do Paraíso e Boa Esperança.

Deficiências hídricas no decorrer das diferentes etapas do desenvolvimento dos frutos e fermentações anormais nos frutos colhidos ou não, podem originar o defeito ardido, caracterizado pela cor marrom ou parda do grão. O grão ardido parece constituir-se numa fase de deterioração do café que no final possivelmente, originará a cor preta. Fatores climáticos, a evolução brusca do estágio verde para o seco (seco normal), 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 estes tipos de cafés (German-V, 1973).

Carvalho et al. (1970) observaram que os grãos ardidos apresentaram-se com maior frequência nos frutos secos no 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.

Teixeira et al. (1971), adicionaram porcentagens relativas a 0%, 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% de grãos ardidos em cafés de bebida mole e verificaram que a adição de proporções superiores a 15% prejudicou sensivelmente a bebida. Myia et al. (1973/74) observaram que, em diferentes ligas de cafés 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.

Na Tabela 8, pode-se verificar também que as amostras de Machado, Poços de Caldas, Campestre e São Sebastião do Paraíso foram as que se destacaram com os maiores valores de grãos verdes, e as de Campos Gerais, Boa Esperança, Muzambinho e Guaxupé apresentaram os menores valores.

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 pode 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 sobre o aparecimento de defeitos, demonstraram que a transformação de frutos verdes em defeito verde é proporcional ao percentual de colheita desses frutos, mas que frutos aparentemente verdes podem conter sementes fisiologicamente maduras (Silveira & Carvalho, 1996).

Teixeira & Pimentel Gomes (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 grãos verdes, e em bebida dura, a partir de acréscimos igual ou superior a 40%. A bebida mole parece revelar com maior facilidade qualquer alteração se comparada à bebida dura.

Se considerar a somatória dos defeitos pretos, ardidos e verdes, as amostras que apresentaram os piores cafés foram as de Botelhos, Campestre, Cabo Verde, Paraguaçu e Machado e as que se sobressairam como as melhores foram as de Varginha, Nepomuceno, São Sebastião do Paraíso e Boa Esperança.

Quando é considerada a somatória de pretos, ardidos e verdes da Tabela 10, os piores cafés foram os provenientes dos municípios de Machado, Campestre, Cabo Verde e Paraguaçu e os melhores foram de Boa Esperança, Varginha, Campos Gerais e Nepomuceno.

Dessa forma, nota-se uma alta performance para as amostras de cafés de Varginha, Boa Esperança e Nepomuceno e uma qualidade inferior para os cafés de Campestre, Cabo Verde, Paraguaçu e Machado, conforme pode ser observado nas Tabelas 7, 8, 9, 10.

6 CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos nas condições experimentais do presente ano, o trabalho concluiu que:

- de acordo com os resultados das análises físico-químicas realizadas, todos os 22 municípios da região Sul de Minas estudados apresentaram características desejáveis para produção de cafés de qualidade;
- das análises físico-químicas efetuadas, as amostras de alguns municípios obtiveram maiores ou menores valores, dependendo dos locais de cultivo e do número de defeitos apresentados;
- as amostras dos municípios de Ouro Fino, São Gonçalo do Sapucaí e Varginha apresentaram uma maior atividade da polifenoloxidase, indicando menores danos sofridos pelos grãos nas várias fases, desde a colheita até o processamento e, conseqüentemente, podendo apresentar uma melhor bebida;
- a menor condutividade elétrica e lixiviação de potássio nas amostras de alguns municípios também indicam que as membranas celulares sofreram menos injúrias, o que pode possibilitar uma melhor qualidade da bebida;
- os menores percentuais de defeitos pretos foram observados nas amostras dos municípios de São Sebastião do Paraíso, Varginha, Nepomuceno, Campos Gerais, Ouro Fino e Poços de Caldas; defeitos ardidos: Varginha, Nepomuceno e Boa Esperança; defeitos verdes: Boa Esperança, Campos Gerais, Carmo de Minas e Varginha;
- a região Sul de Minas Gerais apresenta grande potencial para produção de cafés especiais, desde que sejam observadas algumas medidas de controle nas fases de pré e pós-colheita, visando obter um produto de alta qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, K. O. Coffee & coffee products. **Guide on Food Products**, Bombay, v. 2, p. 1-4, 1992.

ABREU, C. M. P. de; CARVALHO, V. D. de; BOTREL, N. Efeito de níveis de adição do 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.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde com a qualidade da bebida**. 1978. 85 p. Tese (Livro Docência em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

AMORIM, H. V. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão de café verde com a qualidade da bebida**. 1972. 136 p. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

AMORIM, H. V.; SILVA, O. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, London, v. 219, p. 381-392, 1968.

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. 1974.

AMORIM, H. V.; TEIXEIRA, A. A.; MELO, M.; CRUZ, V. F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage: IV - Electrophoresis of protein agar-gel and its interaction with chlorogenic acids. **Turrialba**, San Jorge, v. 25, n. 1, p. 18-24, Jan./Mar. 1975.

ARAÚJO, J. M. de A. **Escurecimento enzimático em alimentos: aspectos químicos e controle**. Viçosa: UFV. 1990. 144 p. (Revisão, 231).

ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Relación entre la actividad de la polifenoloxidase (PFO) y las pruebas de catión 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 analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 2 v.

BASSOLI, P. G. **Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiros: uma análise multivariada**. 1992. 110 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

BITANCOURT, A. A. **As fermentações e podridões da cereja de café**. *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, v. 32, n. 359, p. 7-14, jan. 1957.

CALLE, H. V. **Bom ou mau café?** *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, v. 31, n. 354, p. 51-52, ago. 1956.

CAMARGO, R. de; TELLES JÚNIOR, A. de Q. **O café no Brasil, sua aclimatação e industrialização**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1953. 535 p. (Série Estudos Brasileiros, 4).

CARVALHO, A.; GARRUTTI, R. S.; TEIXEIRA, A. A.; PUPO, L. M.; MONACO, L. C. **Ocorrência dos principais defeitos do café em várias fases de maturação dos frutos**. *Bragantina*, v. 29, n. 20, p. 207-220, jun. 1970.

CARVALHO, A.; SONDAHL, M. R.; SLOMAN, C. **Teor de cafeína em seleções de café**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. *Anais...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p. 111-113.

CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. de R.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. **Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade da bebida do café**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.

✓ 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. **Fatores que afetam a qualidade do café**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 18, n. 183, p. 5-20, 1997.

✓ CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; 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., 1989, Maringá.
Resumos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p. 25-26.

CARVALHO JÚNIOR, C. de. Efeito de sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). 2002. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHAGAS, S. J. de R. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtora de Minas Gerais. 1994. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHAGAS, S. J. de R.; CARVALHO, V. D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, ago. 1996.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Variation de la teneur en caféine dans le genre *Coffea*. *Café Cacao Thé*, Paris, v. 11, n. 4, p. 251-264, oct./dec. 1975.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Qualidade pós-colheita dos frutos e hortaliças. In: _____. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEP, 1990. cap. 8, p. 235-288.

CHUING, T. M.; SCHOOLCRAFT, I. Physiological and chemical differences in aged seeds. *Crop Science*, Madison, v. 8, n. 4, p. 407-409, July/Aug. 1968.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee chemistry*. London: Elsevier Applied Science, 1985. v. 1.

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. 199-200, May 1991.

COELHO, K. F. Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DENTAN, E. The microscopic structure of the coffee beans. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Ed.). *Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Crom Helm London, 1985. p. 284-304.

↳ DRAETA, I. S.; LIMA, D. C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidasas do café. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 7, p. 3-28, jun. 1976.

ESKIN, N. A. M. Biochemistry of food spoilage: enzymatic browning. In: _____. *Biochemistry of food*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1990. p. 401-427.

FELDMAN, J. R.; RYDER, W. S.; KUNG, J. T. Importance of non volatile compounds to the flavor of coffee. *Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington*, v. 17, n. 6, p. 733-739, Nov./Dec. 1969.

GARRUT, R. dos S.; TEIXEIRA, C. G. Determinações de sólidos solúveis e qualidade da bebida em amostras de café dos portos brasileiros de exportação. *Bragantia, Campinas*, v. 21, n. 7, p. 77 - 82, jan. 1962.

GERMAN-V., A. Fatores que incidem em laformacion de granos negros y caída de frutos verdes de café. *Cenicafé, Caldas*, v. 24, n. 2, p. 47-55, abr./jun. 1973.

GIRANDA, R. do N. Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes processos de secagem. 1998. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry, Oxford*, v. 2, n. 4, p. 371-382, Dec. 1963.

HAMIDI, A.; WANNER, H. The distribution pattern of chlorogenic acid and caffeine in *Coffea arabica*. *Planta, Berlin*, n. 61, n. 1, p. 90-96, 1964.

ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the chemistry of quality. San Diego, 1995. 253 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v. 1, p. 190-192.

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

JORNAL DO CAFÉ. Rio de Janeiro: ABIC, ano XI, n. 132, ago. 2002.

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.

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.)**. 1991. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LIN, S. S. Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 2, n. 2, p. 1-6, 1990.

LOCKHART, E. E. **Chemistry of coffee**. New York: The Coffee Brewing Institute, 1957. 10 p. (Publication, 25).

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. *Journal of Seed Technology*, Sangamon, v. 12, n. 1, p. 3-6, 1988.

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

LOPES, R. P. **Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem**. 1988. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MAZZAFERA, P.; CARVALHO, A. **A cafeína do café**. Campinas: IAC, 1991. 22 p. (Documentos, 25).

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**. 1990. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MINGOIA, Q. Excitantes do sistema nervoso central: excitantes psicomotores. In: _____. **Química Farmacêutica**. São Paulo: Melhoramentos, 1967. p. 222-227.

MÔNACO, L. C. Qualidade da bebida. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 jun. 1958. Suplemento Agrícola, v. 4, n. 176, p. 5. c. 3,4.

MYIA, E. E.; GARRUTI, R. S.; CHAIB, M. A.; ANGELUCCI, E.; FIGUEIREDO, I.; SHIROSE, I. Defeitos do café e qualidade da bebida. **Coletânea de Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 5, p. 417-432, 1973/1974.

NAVELLIER, P. Coffee. In: **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 Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, July 1944.

NORTHMORE, J. M. Over fermented beans and stinkers as defectives of arabica coffee. In: **INTERNATIONAL COLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE**, 4., 1969, Paris. **Proceedings...** Paris: ASIC, 1969. p. 47-59.

✓ OLIVEIRA, J. C. de. **Relação da atividade enzimática da polifenoxidase, peroxidase e catalase dos grãos de café e a qualidade da bebida**. 1972. 80 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por médio de desmucilaginadoras 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).

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **Quantitative descriptive flavours profiling of coffees form COOPARAISO - MG, BRASIL**. Londres, 1991. n. p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) "Estritamente Mole"**. 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café**. 2001. 145 p. Tese

(Doutorado em Química, Físico-química e Bioquímica de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos de quatro estádios de maturação.** 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

✓ PIMENTA, C. J.; CHAGAS, S. J. de R.; COSTA, L. Polifenoloxidase, lixiviação de potássio e qualidade da bebida do café colhido em quatro estádios de maturação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 2, p. 171-177, fev. 1997.

✓ PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 1, p. 23-30, 2000. Edição Especial Café.

✓ PONTING, J. D.; JOSLYNG, M. A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tisSul extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v. 19, n. 1, 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.** 1992. 125 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PRETE, C. E. C. et al. Condutividade elétrica de exsudato de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 1999, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR /IRD, 2000. p. 475-477.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1., 1984, Poços de Caldas. Simpósio... Piracicaba: Potafós, 1986. p. 13-86.

SHANKARANARAYANA, M. L.; RAGHAVAN, B.; ABRAHAM, O.; NATARAJAN, C. P. Complex nature of coffee aroma. *Indian Coffee*, Bangalore, v. 38, n. 4, p. 84-92, Apr. 1974.

SILVA, E. B. **Potássio para o cafeeiro: efeitos de fonte, doses e determinação de cloreto.** 1995. 87 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANEXO

ANEXO A

Tabela 1A	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: pH, acidez titulável total e sólidos solúveis, referente às amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	89
Tabela 2 A	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, referente às amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.....	89
Tabela 3 A	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: proteína bruta, polifenóis e cafeína, referente às amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	89
Tabela 4 A	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase, referente às amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	90

ANEXO B

Tabela 1B	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: pH, acidez titulável total e sólidos solúveis, referente às amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	90
Tabela 2 B	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, referente às amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	90
Tabela 3 B	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: proteína bruta, polifenóis e cafeína, referente às amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	91
Tabela 4 B	Quadrados médios da análise de variância das variáveis: condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase, referente às amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003	91

TABELA 1A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: pH, acidez titulável total e sólidos solúveis referente às amostras de café com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PH	Acidez titulavel total	Sólidos solúveis
Municípios	21	0,117153*	5348,025325	19,850191*
Resíduo	198	0,010234*	745,069192*	2,554778*
Média		5,566	296,440	30,440
CV (%)		1,82	9,21	5,25

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 2A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais referente às amostras com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Açúcares redutores	Açúcares não redutores	Açúcares totais
Municípios	21	0,196926*	5,080905*	5,154513*
Resíduo	198	0,043559*	0,404544*	0,420305*
Média		0,709	5,887	6,909
CV (%)		29,43	10,80	9,38

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 3A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: proteína bruta, polifenóis e cafeína referente às amostras com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Proteína bruta	Polifenóis	Cafeína
Municípios	21	1,039036*	1,071681*	0,017951*
Resíduo	198	0,250638*	0,181595*	0,003747*
Média		13,187	6,063	1,434
CV (%)		3,8	7,03	4,27

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 4A Quadrados médios da análise de variância das variáveis: condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase referente às amostras com defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio	Atividade da polifenoloxidase
Municípios	21	7098,940392*	523,390342*	73,912316*
Resíduo	198	1809,019116*	181,442157*	18,680264*
Média		187,551	66,652	64,261
CV (%)		22,68	20,21	6,73

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 1B Quadrados médios da análise de variância das variáveis: pH, acidez titulável total e sólidos solúveis referente às amostras de café sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas, Lavras – MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PH	Acidez titulável total	Sólidos solúveis
Municípios	21	0,068502*	10828,252165	58,972538*
Resíduo	198	0,004735*	1274,810606*	7,703043*
Média		5,54	315,2954	30,978
CV (%)		1,24	11,32	8,29

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 2B Quadrados médios da análise de variância das variáveis: açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais referente às amostras sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Açúcares redutores	Açúcares não redutores	Açúcares totais
Municípios	21	0,206482*	3,288468*	3,145549*
Resíduo	198	0,060215*	0,422656*	0,458680*
Média		0,7439	5,6839	6,7280
CV (%)		32,99	11,24	10,07

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 3B Quadrados médios da análise de variância das variáveis: proteína bruta, polifenóis e cafeína referente às amostras sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Proteína bruta	Polifenóis	Cafeína
Municípios	21	1,860818*	1,553787*	0,023771*
Resíduo	198	0,258750*	0,218128*	0,010142*
Média		13,655	6,216	1,188
CV (%)		3,72	7,51	8,47

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

TABELA 4B Quadrados médios da análise de variância das variáveis: condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase referente às amostras sem defeitos, provenientes de 22 municípios da região Sul de Minas – Lavras, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio	Atividade da polifenoloxidase
Municípios	21	3533,491216*	622,267019*	56,393142*
Resíduo	198	1124,078656*	69,139464*	15,719584*
Média		184,678	70,674	68,641
CV (%)		18,15	11,77	5,78

n.s. e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott