

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MUCILAGEM RESIDUAL E QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ
CEREJA DESCASCADO**

RILDO ARAUJO LEITE

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
Agosto - 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MUCILAGEM RESIDUAL E QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ
CEREJA DESCASCADO**

RILDO ARAUJO LEITE

Orientador: Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
Agosto - 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Leite, Rildo Araújo, 1968-
L533m Mucilagem residual e qualidade da bebida do café cere-
ja descascado / Rildo Araújo Leite. -- Botucatu, [s.n.],
2002
xvi, 107 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agronômicas
Orientador: Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto
Inclui bibliografia

1. Café 2. Café - Qualidade 3. Mucilagem I. Almeida
Neto, Jayme de Toledo Piza e II. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mêsquita Filho" (Campus de Botucatu).
Faculdade de Ciências Agronômicas III. Título

Palavras-chave: Café cereja descascado; Mucilagem residual; Qua-
lidade; Bebida; Corpo

BIOGRAFIA DO AUTOR

RILDO ARAUJO LEITE, filho de Esterlino Leite Cruvinel e Telma Araujo Leite, nasceu em 14 de outubro de 1968, em Bambuí, Estado de Minas Gerais.

Em 1989, ingressou na Universidade Federal de Lavras, graduando-se em Engenharia Agrícola em dezembro de 1995.

Em março de 1996, iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, na área de Armazenamento e Processamento de Produtos Vegetais, defendendo tese em junho de 1998.

Em agosto de 1998, iniciou o Curso de Doutorado em Engenharia Agrônômica, defendendo tese em 12 de julho de 2002, área de concentração Energia na Agricultura, na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, campus Botucatu, SP.

Em 1999, ingressou na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça, SP, graduando-se em Agronomia em julho de 2001.

Atualmente é Professor e Coordenador do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas, MG.

"Tenha coragem em todas as circunstâncias da vida.

Por piores que lhe pareçam as dificuldades,

tenha a certeza de que pode superá-las com a persistência

e a força que provêm de seu íntimo.

Deus está dentro de cada um de nós, pronto a dar-nos energia e vigor,
ânimo e incentivo.

Confie na bondade do Pai, que jamais desampara nenhum de seus
filhos".

Carlos Torres Pastorino

OFERECIMENTO

Á Deus, fonte de luz, sabedoria e essência da vida

Á minha esposa Ana Paula,

Aos meus filhos Diego e Gabriela,

Aos meus pais,

Aos meus irmãos(ãs), cunhados(as) e sobrinhos(as)

À minha avó Manhota e *in memória* dos avós Clodoveu,

Paiquinha e Francisca,

Ao meu sogro Justino e família,

E ao grande mestre e orientador, Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e

Almeida Neto e família.

AGRADECIMENTO

A **Deus**, pela força que me deu nos momentos de fraqueza, por ter me iluminado durante toda minha vida e ainda me presentear com esta conquista que sempre almejei;

A minha esposa Ana Paula, pelo amor, carinho, compreensão, companheirismo, garra, pelo apoio, por acreditar nos meus sonhos, me incentivar em todos os momentos, me ajudar na conquista dos nossos objetivos e por ser uma esposa exemplar;

Aos meus filhos Diego e Gabriela, pelo amor, carinho e pelo incentivo;

Aos meus pais pelo apoio, incentivo e carinho;

Ao grande mestre e orientador Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto, pela confiança, ensinamentos, amizade, incentivo, apoio, seriedade, ética, paciência e por ser um exemplo de vida;

Aos senhores Anésio Contini, Aderval Contine, Claudinei Contini, João Carlos Ferreira, Juarez Firmino da Silva e familiares, pela colaboração durante todo o experimento, confiança, amizade, humildade e exemplo de vida;

Aos senhores Adélsio Piagentini e Lourenço Del Guerra, diretores da Pinhalense S/A Máquinas Agrícolas, pelo apoio, amizade e contribuição ;

Aos senhores Francisco José Nogueira, Vanderlei Rodrigues, Rodrigo Fávero, Benedito Moraes, Juliano dos Santos e familiares, pela colaboração e amizade;

A família do senhor Francisco Leão, pela amizade e carinho;

Ao professor Edmundo de Moura Estevão, pela confiança, incentivo, apoio e amizade;

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo;

Aos professores Dr. José Ricardo Machado e Dr. Antenor Pascoal pelas importantes contribuições dadas ao trabalho durante o exame de qualificação.

Nesta edição definitiva do trabalho, queremos agradecer as preciosas sugestões dos professores: Dr. Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto, Dr. João Domingos Biagi, Dra. Marlene Rita de Queiroz, Dr. Francisco Xavier Hemerly, Dr. Marco Antônio Martin Biggioni membros da banca examinadora da Defesa de Tese.

Ao professor Dr. Sérgio Hugo Benes, todo o corpo docente, funcionários e servidores dos laboratórios da UNESP, campus Botucatu- SP, pelo apoio e colaboração;

A Cooperativa dos Produtores de Café de Guaxupé - MG, em especial aos Srs. Nelson Coelho, Carlos César Gomes e toda sua equipe, pela colaboração em mais este trabalho;

A Rossignolli Armazéns Gerais, em especial ao Sr. Paulo Rossignolli, pela colaboração;

Ao Sr. Jorge José Menezes de Assis da Companhia Agropecuária Monte Alegre, Alfenas- MG, pela colaboração;

As secretárias do curso de pós-graduação, Marlene, Marilene e Jaqueline pelo apoio e amizade;

A todos os amigos do curso de pós-graduação e do UNIPAM, pela amizade e apoio.

AGRADECIMENTO

Este trabalho não teria sido possível sem a preciosa colaboração do Sr. Adélcio Piagentini, Diretor Técnico da Pinhalense S/A Máquinas Agrícolas de Espírito Santo do Pinhal e do Sr. Anésio Contini, proprietário da Fazenda Vargem Grande em Jacutinga -MG. A eles, dedicamos todos os méritos que este trabalho possa ter.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE FÍGURAS	XV
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. História	11
2.2. Importância Para o País	13
2.3. Produção e Consumo Mundial	14
2.4. O Café	16
2.5. Ponto Certo de Colheita	18
2.6. Preparo do Café	20
2.6.1. Processamento Via Seca	22
2.6.2. Processamento Via Úmida	22
2.6.3. Processamento do Cereja Descascado	22
2.6.3.1. Lavagem - Separação	23
2.6.3.2. Descasque	23
2.6.3.3. Secagem	26
2.6.4. Vantagens do Processo Cereja Descascado	29
2.6.5. Aproveitamento dos Subprodutos do Cereja Descascado	30
2.7. Qualidade do Café	31

2.8. Gourmets: Uma Alternativa para o Mercado do Café	36
2.9. O Café como "Commodity" e os Cafés Especiais	37
2.10. Composição Química e a Qualidade dos Cafés Finos	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1. Características da Propriedade	48
3.2. Colheita	48
3.3. Materiais	49
3.3.1. Matéria Prima	49
3.3.2. Preparo do Cereja Descascado	50
3.3.3. Lavagem do Café	50
3.3.4. Descascamento Cereja	52
3.3.5. Desmucilagem	53
3.3.6. Pré-Secagem	54
3.3.7. Secagem	55
3.3.8. Armazenamento	56
3.3.9. Outros Materiais Utilizados	56
3.4. Metodologia Experimental	56
3.4.1. Medidas do Perfil do Café da Roça	61
3.4.2. Medidas de H e VA	61
3.4.3. Medidas dos Teores de Mucilagem	62
3.5. Análise Sensorial	63
3.6. Análise da Água e dos Resíduos do Processo CD	65
3.7. Consumo de Lenha	66

3.8. Avaliação do Funcionamento do Desmucilador Mecânico	66
3.9. Análise Estatística dos Resultados	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1. Característica Física da Propriedade	68
4.2. O Perfil do Café da Roça Utilizado	70
4.3. Teores de Mucilagem Inicial e Residual	72
4.4. Perfil de Maturação x Teor de Mucilagem no Café Cereja	74
4.5. Análise do Funcionamento do Desmucilador Mecânico	75
4.6. Análise Sensorial	78
4.6.1. Mucilagem, Bebida e Corpo	79
4.6.2. Mucilagem, Acidez, Aroma e Sabor	82
4.7. Resíduos	84
4.8. Consumo Específico de Energia na Secagem do CD	87
4.9. Mucilagem e Manuseabilidade do CD	88
5. CONCLUSÕES	91
5.1. Conclusões	91
5.2. Sugestões para Futuras Pesquisas	93
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICE	103

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Taxas anuais de crescimento das exportações brasileira e colombiana em relação aos outros países exportadores de café	15
2. Composição química do grão cru e composição aproximada em base seca	40
3. Definição dos termos utilizados para descrever o gosto dos cafés especiais para a bebida	46
4. Relação dos lotes processados agrupados de 3 em 3, das testemunhas (T1 e T2) com as respectivas datas e regulagens	57
5. Perfil dos lotes processados, mostrando a comparação das variedades e de maturação dos cafés	70
6. Teores de mucilagem do Cereja Descascado (CD) antes e depois do Desmucilador	73
7. Data de processamento, número dos lotes, porcentagens de cereja no café da roça, teor de mucilagem inicial e seus respectivos parâmetros estatísticos	74
8. Teores médios de mucilagem e desmucilagem dos lotes agrupados em função das regulagens de H e VA no desmucilador mecânico	75
9. Valores médios da análise sensorial dos lotes processados	78
10. Médias gerais dos 3 provadores, para as características bebida e corpo dos lotes agrupados de 3 em 3, para cada regulagem, testemunhas e os respectivos parâmetros estatísticos	79

11. Médias gerais dos três provadores para as características acidez, aroma e sabor dos lotes agrupados de 3 em 3, para cada regulagem, testemunhas e os respectivos parâmetros estatísticos	82
12. Determinações analítica das amostras de casca úmida coletadas durante o período do experimento	85
13. Análise química do carbono orgânico total (TOC) de amostras coletadas em três pontos diferentes do processamento	86
14. Consumo específico de lenha	87
15. Caracterização do processo de pré-secagem e secagem dos lotes	89

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Exportações de café em grãos	16
2. Vista em corte do fruto maduro do cafeeiro	17
3. Vista em corte das várias formas de grãos de café	18
4. Café cereja (ponto certo de colheita)	19
5. Fluxograma do processamento pós-colheita	21
6. Lavagem e separação do café	24
7. Lavador mecânico para café	25
8. Descascador de cerejas	25
9. Distribuição geográfica das regiões cafeeiras do Estado de São Paulo	34
10. Regiões produtoras de cafés com seus respectivos logotipos	35
11. Fazenda Vargem Grande, Jacutinga-MG	48
12. Colheita manual no pano	49
13. Etapas do preparo do cereja descascado	51
14. Lavador mecânico marca Pinhalense	52
15. Descascador de Cerejas, marca Pinhalense	53
16. Pré-secagem do cereja descascado	54
17. Secador Rotativo Monobloco SRM-020 conhecido como "mineirinho"	55
18. Regulagem 1 - Posições de H (100 %) e dos registros de água (100 %)	58
19. Regulagem 2 - Posições de H (100 %) e dos registros de água (30 %)	59
20. Regulagem 3 - Posições de H (70 %) e dos registros de água (100 %)	59

21. Regulagem 3 - Posições de H (70 %) e dos registros de água (30 %)	60
22. Altura das bocas de saída do desmucilador: Esquerda H (70 %); Direita H (100 %).....	60
23. Coleta de amostras	62
24. Desenho esquemático da propriedade, mostrando os cafezais onde o produto foi colhido	69
25. Perfil de maturação dos frutos	71
26. Gráfico dos valores do TED em função de H e VA	76
27. Modelo gráfico teórico simplificado do funcionamento do desmucilador mecânico para H entre 0,7 e 1,0	76
28. Gráfico mostrando a relação entre a porcentagem de mucilagem residual e as características bebida e corpo do CD	81
29. Gráfico mostrando a relação entre a porcentagem de mucilagem residual e as características acidez, aroma e sabor do CD	84

MUCILAGEM RESIDUAL E QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ CEREJA
DESCASCADO. Botucatu, 2002. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na
Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: RILDO ARAUJO LEITE

Orientador: JAYME DE TOLEDO PIZA E ALMEIDA NETO

RESUMO

O Café Cereja Descascado vem fazendo história ao ganhar a maioria dos prêmios de qualidade nos concursos de Cafés Especiais promovidos pelas empresas e associações do ramo. Semelhante ao Café Despolpado, difere deste no entanto, por ter bebida mais encorpada devido sua tecnologia de produção que mantém a mucilagem natural que envolve o pergaminho. A necessidade da secagem imediata e a dificuldade dos secadores operarem com o produto úmido e impregnado de mucilagem, levou ao desenvolvimento dos Desmuciladores que fazem uma desmucilagem parcial do produto úmido, encurtam o tempo de escorrimento no terreiro e facilitam a operação do secador.

Tendo em vista as ponderações anteriores, formulou-se como principal objetivo deste trabalho a análise da relação entre o teor de mucilagem residual do CD® e a bebida e o corpo resultantes. Paralelamente a isso analisou-se a relação entre o perfil do café da roça e o teor de mucilagem no café cereja.

As variações nos teores de mucilagem, que resultaram em 4 diferentes combinações de lotes processados, foram obtidas com a variação da altura percorrida pelo café no Desmucilador Vertical e da injeção de água na câmara de desmucilagem. Como

testemunhas obteve-se uma amostra despulpada do mesmo café e outra produzida com mucilagem natural do Cereja Descascado.

Os cafés assim tratados foram submetidos às provas de xícara por três provadores que analisaram as características: "bebida", "corpo", "acidez", "aroma", e "sabor".

Os resultados obtidos permitiram concluir entre outras coisas, que é possível controlar os teores de mucilagem desejados produzindo diferentes características de "corpo" sem afetar a qualidade da "bebida".

Palavras chaves: Café Cereja Descascado, Mucilagem Residual, Qualidade, Bebida , Corpo.

RESIDUAL MUCILAGE AND QUALITY OF THE BEVERAGE FROM RIPE RED

COFFEE BERRIES. Botucatu, 2002. 101p. Doctorate Thesis (Agronomy/Energy in Agriculture) - Agronomic Sciences Faculty, Universidade Estadual Paulista.

Author: RILDO ARAUJO LEITE

Adviser: JAYME DE TOLEDO PIZA AND ALMEIDA NETO

SUMMARY

The pulped ripe red coffee berry has become prominent for the most quality prizes it has taken in competitions of the special coffees promoted by companies and associations in the sector. It is similar to the pulped coffee, but differs from this one because it produces a more consistent beverage, since its production technology keeps the natural mucilage involving the pulped coffee. The need for immediate drying and the operational difficulty of the dryers when the product is moistened and impregnated with mucilage led to the development of demucilators that partially demucilate the humid product, as well as shorten the time of the water flowing on the ground and facilitate the operation of the dryer.

Taking the previous aspects into account, the main objective of this study is to analyze the relationship between the content of the residual mucilage in CD® and the resulting beverage consistence. At the same time, the relationship between the natural rough coffee profile and the mucilage content in the ripe red coffee berry.

The variation in mucilage contents resulting into four different combinations of the processed lots were obtained, by varying either the height from which the

coffee berries run down the vertical demucilator and the water injection in the demucilating chamber. A pulped sample of the same coffee and another one produced with natural mucilage of the pulped ripe red coffee cherry were used as control.

The treated coffee cherries were submitted to “cupping”, and three tasters analyzed their characteristics: beverage, consistence, acidity , odor, and flavor .

According to the results, it may be concluded that it is possible to control the desired mucilage contents, therefore obtaining different consistence characteristics without affecting the quality of the beverage..

Keywords: Pulped Ripe Red Coffee Cherry, Residual Mucilage, Quality, Beverage, Consistence.

1. INTRODUÇÃO

A história do café se perde nas lendas dos tempos imemoriais e já foi contada e recontada inúmeras vezes. No Brasil, ela é conhecida e lembrada por ilustres pesquisadores, memorialistas e historiadores.

De acordo com Matiello (1991), atualmente, sua importância econômica em termos mundiais só é superada pelo petróleo e no Brasil, maior produtor mundial, ela representa 210 mil propriedades agrícolas, espalhadas em 1850 municípios de 10 estados, envolvendo trabalho de cerca de 10 milhões de pessoas que produzem entre 25 e 30 milhões de sacas beneficiadas de 60 quilos, exportando-se de 18 a 20 milhões delas e gerando divisas da ordem de 3 a 4 bilhões de dólares anualmente.

Segundo Carvalho *et al.* (1997), o fruto maduro do cafeeiro, usualmente chamado de café cereja, tem neste estágio de maturação o seu maior potencial de

qualidade. Transformar este potencial em qualidades reais vem sendo um dos maiores desafios para a cafeicultura. O problema se torna ainda mais complexo quando se sabe que a maturação dos frutos é desigual, o que teoricamente exigiria uma coleta seletiva com vários repasses. Isso no entanto é inviável devido ao alto custo.

Para exemplificar de forma didática os cuidados pós-colheita, o célebre pesquisador do IAC, engenheiro agrônomo Manuel de Barros Ferraz, assim ensinava de forma didática: "O café é como banana. Verde é marrento, maduro é doce e gostoso, passado é azedo" (Piagentini & Toledo Piza, 2000).

Desta forma, segundo Ferraz & Veiga (1959), ao ser colhido de uma só vez, o café da roça, como é chamado, é na verdade uma mistura de grãos verdes, maduros e secos, além das impurezas próprias da apanha.. Portanto, se este café da roça, livre somente das impurezas, for tratado como uma massa única, irá produzir um café com características imprevisíveis, quase sempre de baixa qualidade, pois o café "verde é marrento, maduro é doce e gostoso, passado é azedo". Infelizmente a maioria dos cafeicultores brasileiros ainda trata o café desta forma, como uma massa única, obtendo um produto irregular e de pouca qualidade. São os cafés de terreiro processados via seca.

Zambolim (2000), relata que com a sofisticação dos mercados consumidores, exigindo padrões de qualidade bem definidos, esse processamento rudimentar com resultados de qualidade aleatório passou a ser questionado pelo mercado comprador. Como resposta a este problema, foram criadas as linhas de cafés especiais onde se inclui o chamado cereja descascado.

De acordo com o mesmo autor, até recentemente, a única solução conhecida para se garantir uma boa qualidade aos cafés da roça era o despulpamento

tradicional, denominado processamento via úmida, onde se obtinha os cafés despulpados a partir dos cafés cerejas já separados dos demais. Esse processo é usado até hoje principalmente na Colômbia e nos países da América Central, ali introduzido pelos ingleses ainda no séc. XVIII e que fizeram a fama de qualidade da bebida daqueles cafés. Os cafés despulpados, porém, geralmente não possuem corpo. Este é um problema grave pois é a característica de corpo que dá o paladar licoroso ao café, prolongando a sensação de seu sabor, qualidade essa essencial, principalmente, para os cafés expressos.

Em meados do século passado, precisamente em 1959, dois pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas, os engenheiros agrônomos Manoel de Barros Ferraz e Ary de Arruda Veiga, publicaram um trabalho intitulado "Melhor Bebida e Maior Poder Germinativo", onde, entre outras coisas, constataram a excelência da bebida e do corpo dos cafés despulpados que haviam sido secos sem serem desmucilados, isto é, sem serem fermentados e lavados. A boa qualidade da bebida não era novidade, mas sim a existência de corpo, fato que geralmente não acontecia quando estes cafés eram processados via úmida da maneira tradicional, obtendo-se o café em pergaminho desmucilado por meio de um processo biológico de fermentação e lavagem. Assim, a desmucilagem biológica ficou sob suspeita de ser a causa (vilã) da falta de corpo dos cafés despulpados (Ferraz & Veiga, 1959).

Posteriormente em 1990, segundo Piagentini & Toledo Piza (2000), os engenheiros agrônomos Tarcísio Loyola (Botelhos, MG) e José Peres Romero (Ouro Fino, MG) em parceria com a Pinhalense S.A. Máquinas Agrícolas (Espírito Santo do Pinhal, SP) desenvolveram, com base naquele trabalho inicial, uma tecnologia agroindustrial adequada para a produção em escala comercial de cafés especiais com rigorosos padrões de qualidade da bebida e do corpo. Ao produto obtido através desse novo processo foi dado o nome de café

cereja descascado conhecido pela sigla CD®, sendo que a Pinhalense é detentora de sua marca registrada.

Atualmente os cafés CD® estão sendo premiados em todos os concursos de qualidade em que se fizeram presentes, promovidos pelas empresas que possuem cadeias de lojas de cafés especiais onde os mercados são mais estáveis do que para os cafés "commodities", tanto em demanda como em preço.

Os cafés CD® à semelhança dos despulpados devem ser colhidos no pano ou mecanicamente. Passando em seguida, por uma bica de jogo onde grande parte das impurezas da apanha é eliminada. Na operação seguinte, o café passa por um lavador-separador onde o restante das impurezas é eliminado e os cafés secos (bóias) são separados dos verdes e maduros. A seguir, os grãos verdes e maduros são processados no descascador de café cereja. Este equipamento faz na realidade 3 três operações unitárias. Na primeira, elimina os cafés verdes despolpando parcialmente o cereja. Numa Segunda operação, é completado o despolpamento do cereja e eliminada grande parte das cascas (polpas). Finalmente, na terceira operação unitária, o descascador de café cereja elimina as cascas remanescentes, obtendo-se então o grão de café em pergaminho, úmido (60% de umidade) e impregnado de mucilagem (12 a 20%). Até aqui, os procedimentos são idênticos aos do despolpamento tradicional. A operação seguinte para a obtenção do CD® seria a secagem imediata sem executar a desmucilagem bioquímica que é usualmente feita no despolpamento tradicional. O problema nessa operação é justamente a mucilagem que envolve o grão em pergaminho. Inicialmente bastante úmida, a mucilagem dá uma boa fluidez a massa do produto. Porém, com a evaporação da água, no decorrer da secagem, passa por um período extremamente viscoso e aderente, com tendência de aglutinar os grãos formando pelotas, com o agravante, no caso do

uso de secadores artificiais, de empastar, formar crostas e obstruir as furações de passagem de ar. Para resolver esse problema têm sido propostos diferentes procedimentos de ordem prática, que no entanto ainda não são conclusivos (unânicos). Nesse sentido, sem esquecer que a manutenção da mucilagem é fundamental para dar corpo ao café, uma das soluções preconizadas é a desmucilagem mecânica parcial e controlada, feita por ação física e não bioquímica, apenas o suficiente para garantir a manuseabilidade da massa do produto durante a secagem em secadores feita após rápido (1 dia) escorrimento em terreiro (Piagentini & Toledo Piza, 2001).

Dois fatos recentes contribuíram para que essa solução pudesse ser adotada com maior segurança. O primeiro foi o aperfeiçoamento dos desmuciladores mecânicos que permitiram uma desmucilagem controlada. O segundo fato foi o desenvolvimento de um novo tipo de secador rotativo que, à semelhança dos secadores de açúcar, criam uma cortina em cascata de produto sobre o qual o ar incide. Esse tipo de secador deve ter uma capacidade maior de manusear produtos úmidos do que secadores tradicionais para café.

Como elementos a considerar na produção do CD® devem ser lembrados os destinos dos cafés verdes e secos separados durante o processamento, que podem se constituir em linhas de cafés especiais com nichos próprios no mercado. Ainda devem ser lembrados os destinos das águas residuais altamente poluentes, dos resíduos e impurezas eliminadas no decorrer das operações.

Tendo em vista as ponderações anteriores, formulou-se como principal objetivo deste trabalho a análise da relação entre o teor de mucilagem residual do CD® e a bebida e o corpo resultantes. Paralelamente a isso analisou-se a relação entre o perfil

do café da roça e o teor de mucilagem no café cereja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. História

Segundo Silva & Leite (2000), o café originou-se na Etiópia, tendo indícios de cultivos no Yemen antes mesmo do século XV. No mundo árabe foram abertos os primeiros "cafés", luxuosamente decorados, como um ponto de encontro para negociantes e sociedade. Em 1685, os europeus tiveram o primeiro contato com o café, por intermédio dos mercadores de Veneza. Nesse tempo, os espanhóis introduziram na Europa outras novas bebidas quentes: o chocolate, em 1528 e o chás em 1610. Nesta época o café era vendido como produto com características medicinais e somente em 1720, na Praça de São Marcos, em Veneza, foi aberto o primeiro Café, com o nome de Café Florian. Já em 1616, os holandeses haviam conseguido trazer esse produto para os seus jardins botânicos, apesar do cuidado dos

árabes em não deixar sementes férteis à disposição de outros povos. A primeira evidência do produto na América do Norte foi em 1668. Daí em diante, a bebida passa a ser apreciada nos maiores centros. Curiosamente, centros financeiros americanos, como o New York Exchange e o Bank of New York, começaram a operar com cafés e formaram o distrito financeiro conhecido como Wall Street.

A cultura foi introduzida na América do Sul pelos holandeses, na Guiana Holandesa (atual Suriname), em 1718 e posteriormente, introduzida na Guiana Francesa. Posteriormente, o café foi introduzido no Brasil, por intermédio do sargento-mor Francisco de Mello Palheta, que fora resolver problemas fronteiriços e tinha ordens expressas de trazer sementes de café para o Pará. Depois expandiu-se para o Maranhão, que em 1731, exportava pequena parcela para Portugal, (Malavolta, 2000).

De acordo com Menezes (1990), no período colonial, as administrações governamentais consideravam o café um produto excelente para exportação e, em muitos casos, aumentavam a sua produção após ter ocorrido a queda nas vendas no mercado mundial de algum outro produto, como o fumo, por exemplo.

O mesmo autor ressalta que Henrique Santos Dumont, pai de Alberto Santos Dumont, fez parte desta história. Ele foi conhecido como o rei do café, uma vez que possuía um cafezal com 5 milhões de pés plantados em suas propriedades. Desde então, a produção do café tem ocupado uma posição de destaque na economia brasileira.

2.2. Importância Para o País

No Brasil, o café foi inicialmente cultivado nas áreas próximas do litoral por razões de conveniência (transporte, portos) mas logo percebeu-se que essas altitudes baixas, a temperatura era demasiadamente elevada para os cafeeiros, que cresciam melhor a pelo menos 1000 metros de altitude, onde as temperaturas eram mais baixas (17-20°C). Por este motivo os produtores se mudaram para o interior, construindo rodovias e estradas de ferro para poder transportar o café até os portos. Assim a produção do café foi fator importante no desbravamento do interior do País (Graaff, 1986).

Matiello (1991) relata em seus estudos que, pela sua origem nas altas regiões da Etiópia, o café da espécie *Coffea arabica* é adaptado às condições de clima tropical de altitude com umidade e temperaturas amenas. Já a espécie *Coffea canephora*, oriunda da bacia do Congo, na África, adapta-se bem às regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas, portanto em condições de temperatura bem mais elevadas que as apropriadas ao cafeeiro arabica.

No fim do século 19, a abolição da escravatura causou sérias dificuldades com a mão-de-obra na produção de café, fazendo com que os barões do café formassem companhias para trazer agricultores italianos para resolver o problema. Assim o cultivo do café foi fator importante na imigração de italianos para o Brasil (Graaf, 1986).

Menezes(1990) relata que, no Brasil o café representa 1% do Produto Interno Bruto, 2% do total de empregos e 10% dos produtos exportados. O cultivo do café ocupa 3.200.000 hectares, representando 4% da área total cultivada, distribuída entre 300.000 fazendas, que contratam 5% da mão de obra rural.

2.3. Produção e Consumo Mundial

De acordo com Matiello (1991), a produção de café no mundo encontra-se distribuída em 54 países, sendo que o Brasil e a Colômbia, maiores produtores, participam com 43% da produção mundial. As espécies cultivadas em grande escala em todo o mundo, representando praticamente 100% de todo o café comercializado são: *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (Café robusta).

No Período de 1970 a 1998, a produção mundial, cresceu a uma taxa de 1,52% ao ano, enquanto o consumo cresceu a uma taxa de 1,17% ao ano (FAO, 2000). Desta forma, verifica-se que o aumento do consumo tem sido inferior ao da produção.

Segundo Leite (1998a), o Brasil e os países exportadores têm despendido esforços para aumentar o consumo de café no mundo. Por outro lado, países como a Colômbia investiram e continuam investindo milhares de dólares anualmente, para promover o seu produto. Nos últimos 2 anos, a Colômbia investiu U\$ 50 milhões em marketing do seu café e o Brasil apenas R\$ 10 milhões. O efeito do marketing é, inicialmente, diferenciar o produto e torná-lo conhecido.

No Quadro 1, pode-se analisar os efeitos dos esforços colombianos. Enquanto o Brasil aumentou suas exportações de café em apenas 0,31% ao ano, no período 1970/98, a Colômbia as aumentou em 2,35%. Certamente que o volume exportado brasileiro é consideravelmente maior do que o colombiano. Entretanto, em valores exportáveis, que certamente irão refletir a diferenciação do produto, a Colômbia mostrou-se em posição bastante confortável, não só em relação ao Brasil, mas também com relação ao mundo.

Quadro 1 - Taxas anuais de crescimento das exportações brasileira e colombiana em relação aos outros países exportadores de café.

Localidade / Taxas de Crescimento	Taxas de Crescimento (%)	
	Quantidades Físicas	Valor
Brasil	0,31	1,90
Colômbia	2,35	4,27
Mundo	1,56	3,39

Fonte: Dados da FAO, 2000.

De acordo com o AGRIANUAL (2002), estima-se que na safra 2000/01 o país produziu 29.740.125 de sacas beneficiadas de 60 Kg.

O Brasil sempre ocupou a posição de maior produtor e exportador de café do mundo, porém, no início do século (1900-1909) era responsável por 77% das exportações mundiais do produto, enquanto que na safra 2000/01, o país exportou 13,0 milhões de sacas, participando com 26% das exportações mundiais, (Floriani, 2001), e conforme observado na Figura 1.

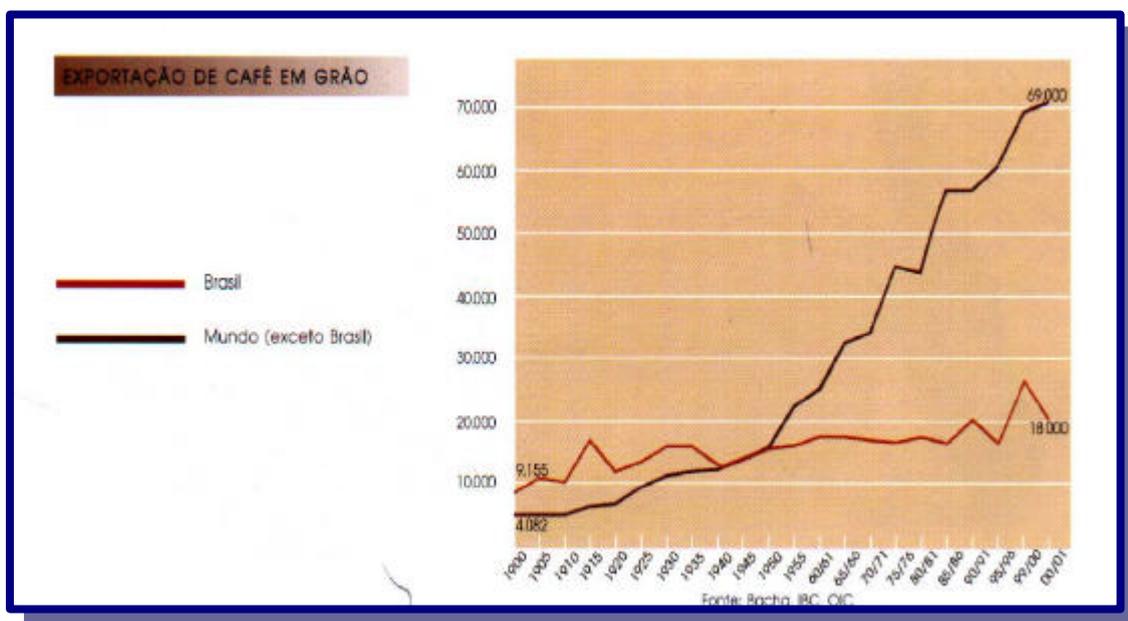


Figura 1: Exportações de café em grãos (Floriani, 2001).

Torrês (1997) relata que a falta de um padrão de qualidade do produto nacional foi um dos fatores responsáveis pelo declínio brasileiro no mercado internacional. A crescente exigência de qualidade do mercado externo, vinculada a uma estratégia brasileira equivocada de exportar quantidades em detrimento de qualidade, favoreceu os principais concorrentes que optaram mais cedo por uma estratégia de comercialização ligada diretamente à qualidade do produto, possibilitando, dessa forma, obter melhores preços no mercado internacional.

2.4. O Café

O fruto do cafeeiro, o café, é basicamente uma semente e como tal

contem toda a sabedoria da natureza podendo dar vida a outros cafeeiros, perpetuando a espécie.

Na figura 2 vê-se um fruto maduro do cafeeiro em corte, mostrando suas partes componentes.

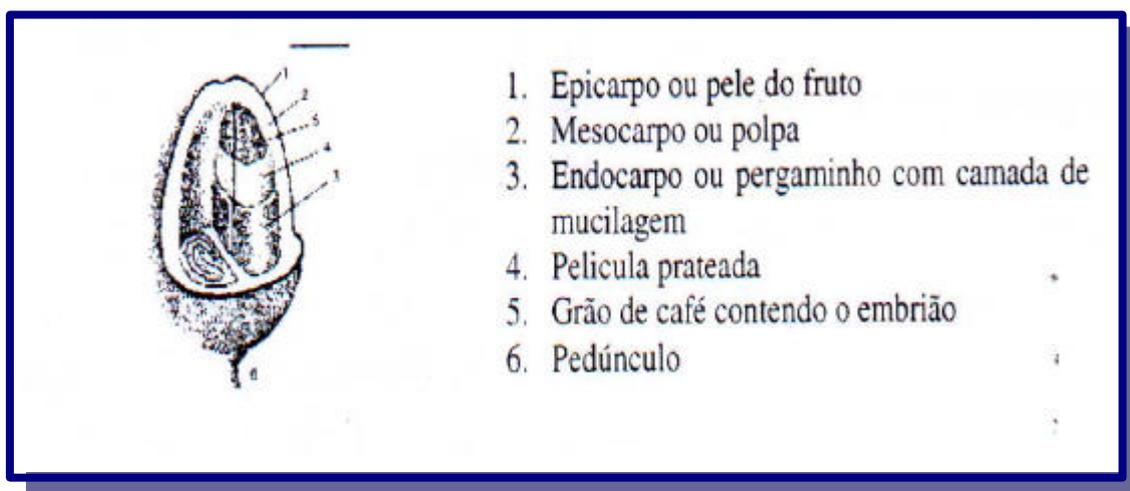


Figura 2: Vista em corte do fruto maduro do cafeeiro (Rothfos, 1985).

Na figura 3 tem-se o desenho da seção transversal das várias formas encontradas de grãos de café. Os grãos chatos (A) são os mais comuns, correspondendo em média a 80% do lote e as formas (E), (F), (G) e (H) são as anomalias mais frequentes.

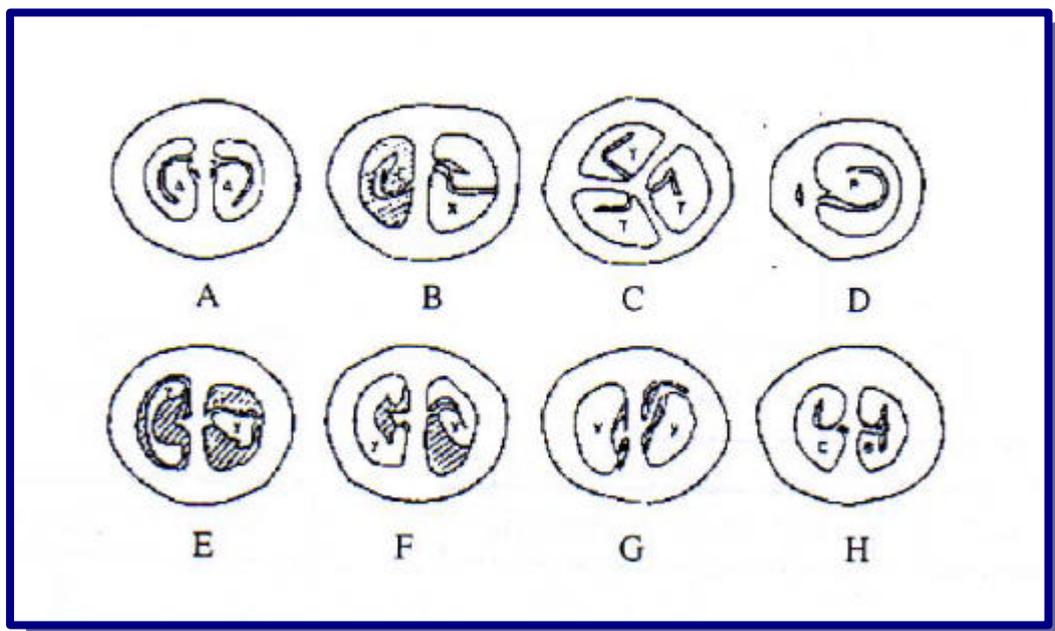


Figura 3: Vista em corte das várias formas de grãos de café (Ghosh & Gacanja, 1970).

Ao amadurecer, o fruto do cafeeiro é chamado de café cereja e está no auge de seu potencial de qualidades seja como semente para reprodução, seja como grão para consumo. Manter essas qualidades é o desafio da pós-colheita através de um processamento adequado.

2.5. Ponto Certo de Colheita

De acordo com a Cooxupé (2000), a colheita deve ser iniciada com a quantidade máxima de frutos maduros (cereja) e mínima de frutos verdes.

Para obter uma colheita bem sucedida, deve-se observar fatores como: a quantidade de café na planta, a quantidade de café no chão, o tempo de duração da safra e o

estádio de maturação dos frutos, sendo a quantidade ideal máxima de frutos verdes na planta de 5%, (Leite, 1998b).

Silva (1997) relata que teores de umidade acima de 55% no produto, aumenta a taxa respiratória e a temperatura da massa, favorecendo o desenvolvimento de microorganismos que iniciam o processo de fermentação do café ainda durante a fase de colheita. A depreciação do produto também poderá ser acelerada por condições climáticas adversas. Deve-se, portanto, proceder a operação de secagem do café o mais breve possível após a colheita, para garantir e preservar sua qualidade.

A bebida de melhor qualidade é obtida quando se processa o café na fase de cereja (Figura 4). Isso é explicado pelo fato de ser, o estágio cereja, a fase correspondente ao ponto ideal de maturação do fruto, no qual a casca, polpa e sementes se encontram com composição química adequada, proporcionando ao fruto sua máxima qualidade.



Figura 4: Café cereja (Ponto certo de colheita).

2.6. Preparo do Café

O processamento ou preparo dos frutos de café, após a colheita, pode ser feito por via seca, resultando no café natural ou de terreiro, ou por via úmida, obtendo-se o café despulpado. O café cereja descascado é obtido por um processo intermediário entre estes dois sistemas tradicionais (Cunha, 1996).

Na Figura 5, tem-se um fluxograma com as alternativas recomendadas de processamento do café pós-colheita.

2.6.1. Processamento Via Seca

Segundo Leite (1998a), no Brasil cerca de 90% do café são preparados por "via seca". Nesse processo, a qualidade do produto vai depender das condições climáticas durante o preparo dos cafés colhidos, para evitar fermentação indesejável e a infestação de microorganismos, que ocorre na mucilagem açucarada dos frutos. As condições climáticas ideais e o bom manejo da seca do café podem proporcionar cafés especiais de terreiro com bom corpo e aroma, como acontece no cerrado brasileiro.

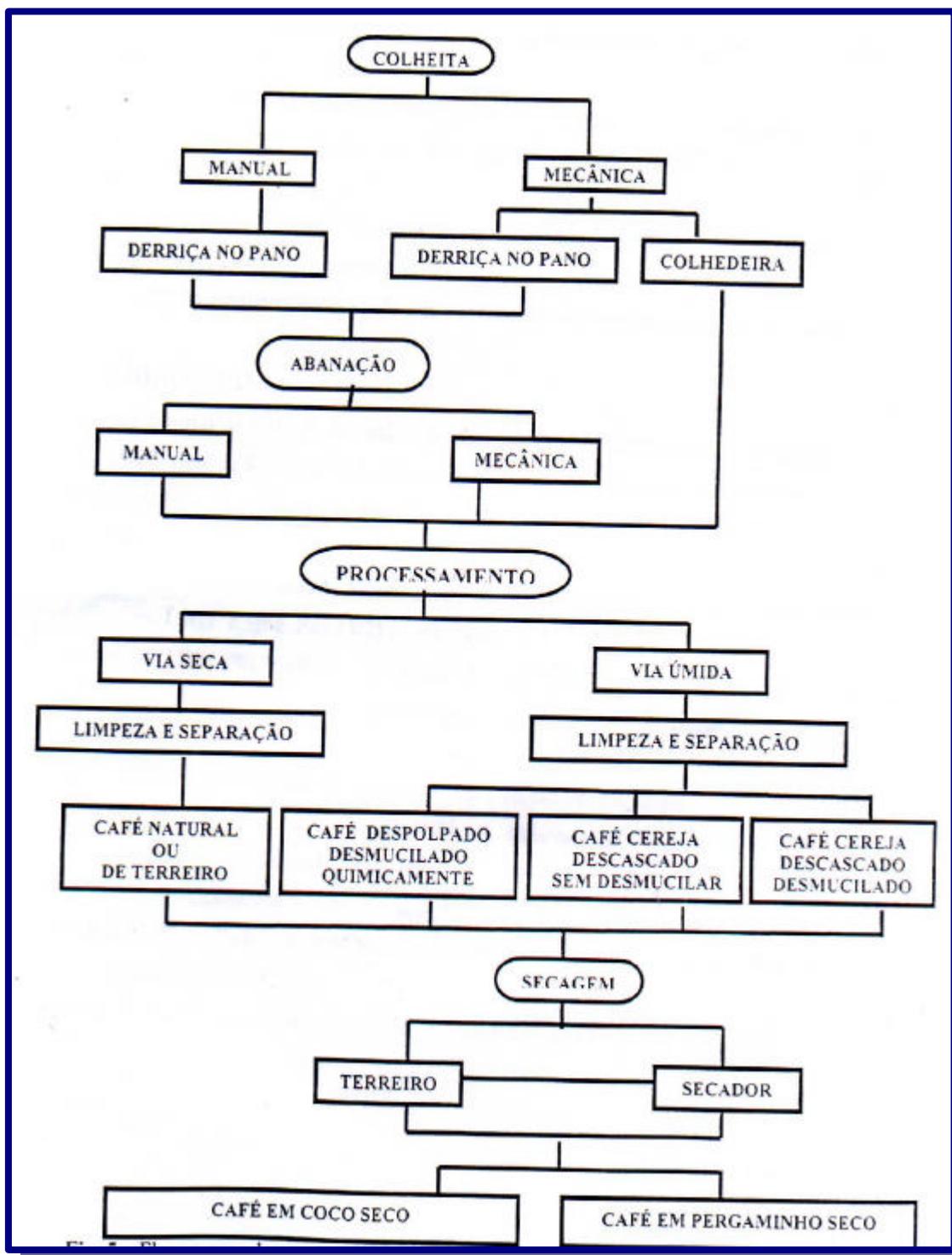


Figura 5: Fluxograma do processamento pós-colheita. (Piagentini & Toledo Piza, 2001).

2.6.2. Processamento Via Úmida

Este processamento é mais sofisticado e normalmente produz um café de melhor qualidade, considerando que todas as outras variáveis sejam iguais. É utilizado na Colômbia e em outros países produtores de cafés arábicas suaves (Leite, 1998b).

Zambolim (2000) relata que, neste processo de preparo, o café recém-colhido é lavado e são separados os grãos secos dos grãos cerejas e verdes, estes seguem direto para a fase seguinte em que são separados, através do separador de verdes do despoldador, restando somente os grãos maduros, ideais para consumo mais sofisticado. Posteriormente, os grãos maduros são descascados e levados a um tanque de fermentação, onde permanecem por cerca de 24 a 36 horas dependendo da região. É recomendado para regiões com problemas de excesso de chuva durante a colheita.

2.6.3. Processamento do Cereja Descascado

O café colhido deve ser processado o quanto antes, dentro de no máximo 24 horas após a colheita, a fim de se evitar fermentações que possam prejudicar sua qualidade. As etapas para o preparo do café cereja descascado são apresentadas nos próximos itens.

2.6.3.1. Lavagem- Separação

É feita nos lavadores-separadores e visa a diminuição das impurezas que vêm da colheita junto com os frutos de café, tais como folhas, torrões, gravetos, terra e pedras, e a separação, por densidade, dos cafés mais leves (bóias ou secos) e dos pesados (frutos cerejas ou maduros e verdes) (Figuras 6 e 7). Com esta operação pode ser obtido café de melhor qualidade, evitando-se o desgaste da maquinaria, e facilitando a secagem, devido aos lotes apresentarem umidade e tamanho de grãos mais uniformes (Matiello, 1991).

2.6.3.2. Descasque

Os frutos maduros e verdes obtidos por separação nos lavadores entram, juntamente com a água, pela moega do descascador (Figura 8). Nos descascadores que possuem separadores de verdes, os frutos passam da moega para um cilindro janelado tipo gaiola, no qual, por pressão, os verdes são separados e saem lateralmente. Os grãos maduros seguem para o elemento descascador, constituído de um cilindro coberto por uma lâmina (camisa) de cobre, provida de mamilos, que aprisionam e pressionam os grãos, em seu movimento rotatório, contra uma barra de borracha ajustável, separando a polpa (casca mais parte da mucilagem) dos grãos envolvidos pelo pergaminho. A característica gelatinosa da polpa facilita o desprendimento por pressão e, portanto, a separação (Matiello, 1991).

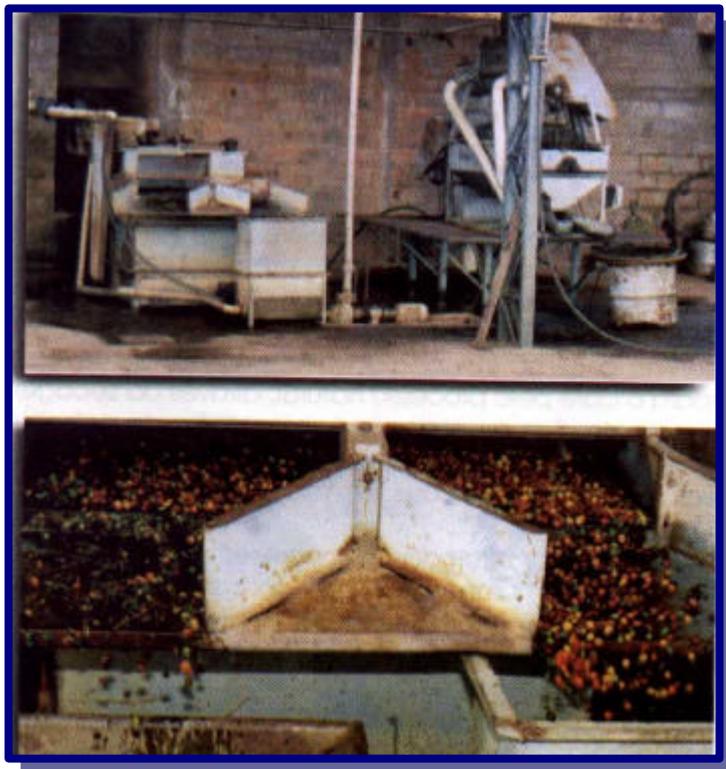


Figura 6: Lavagem e separação do café (Cooxupé, 2000).

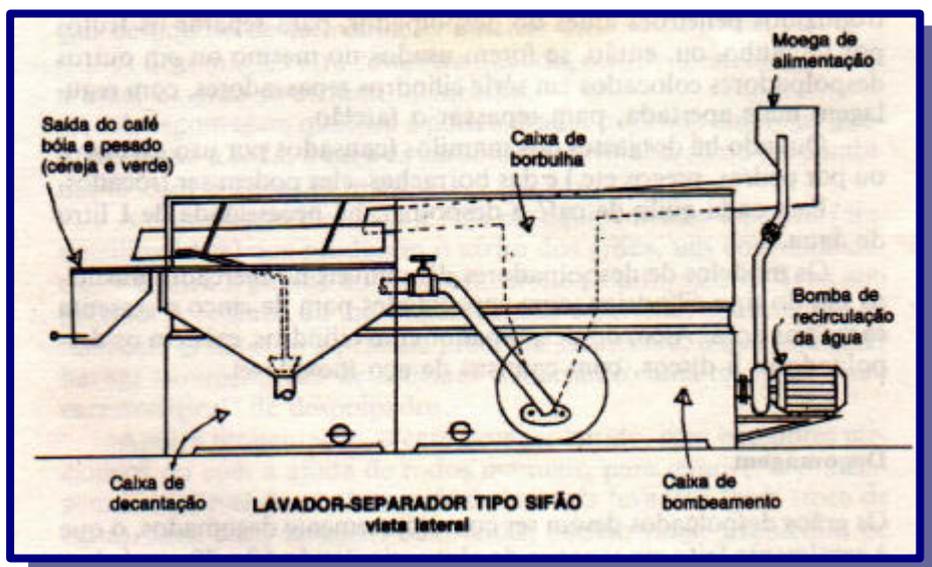


Figura 7: Lavador mecânico para café (Matiello, 1991).

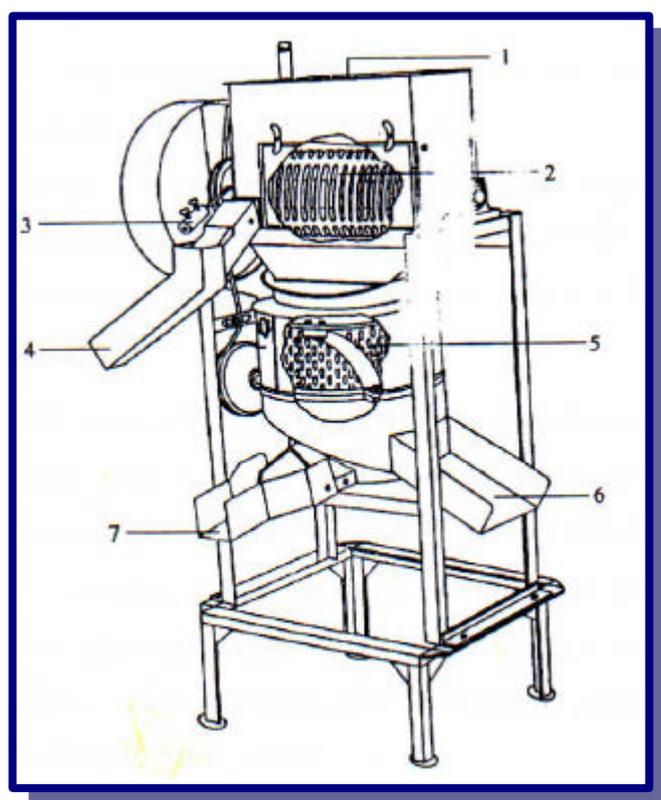


Figura 8: Descascador de cerejas (Cunha, 1996).

(1)Alimentação; (2) Grade separadora de verdes; (3) Contrapeso (regulagem); (4) Saída de verdes; (5) Elemento descascador de grãos cerejas; (6) Saída das cascas; (7) Saída do cereja descascado

2.6.3.3. Secagem

De acordo com Silva *et al.* (2001b), a secagem de café é comparativamente mais difícil de ser executada do que a de outros produtos, em virtude de o teor de umidade inicial ser bastante elevado, geralmente em torno de 60%. Com isso, a velocidade de deterioração em sua primeira fase de secagem é maior, causando redução na qualidade do produto. Deve-se, portanto, promover a sua secagem imediata logo após a colheita. Qualquer que seja o método de secagem, devem ser ressaltados os seguintes aspectos para se obter êxito no processo pós-colheita do café: 1) evitar fermentação durante a secagem; 2) evitar temperatura excessivamente elevada (o café tolera a temperatura do ar de secagem próximo a 40° C por um ou dois dias, 50°C por poucas horas e 60°C por menos de uma hora sem se danificar); 3) secar os grãos no menor tempo possível até 18% b.u. de umidade; 4) procurar obter um produto que apresente coloração e tamanhos uniformes.

Constitui-se em uma operação importante para se obter um produto de boas características e tem por finalidade reduzir o teor de umidade do produto a um nível adequado à sua estocagem (11% b.u.), por um período prolongado. Pode ser natural (ao sol) ou artificial (secadores mecânicos). A fim de se reduzir a umidade do café, sem abaixá-la ao nível final necessário, pode-se fazer uma pré-secagem. Na secagem mecânica, uma pré-secagem natural do produto traz vantagens, pois além de reduzir o teor de umidade, os grãos apresentarão, para o mesmo volume, maior proporção de matéria seca, permitindo maior rendimento do secador (Puzzi, 1986).

A secagem natural pode ser feita espalhando-se o café em terreiros, em bandejas com fundo telado, barcaças com bandejas corrediças e em solários com cobertura de

polietileno transparente (Matiello, 1991).

Silva *et al.* (2001b), relata em seus estudos que a secagem mecânica do café pode ser executada sob altas temperaturas, baixas temperaturas ou de forma combinada. Em qualquer das opções, a secagem mecânica é reconhecidamente a mais viável para obtenção de cafés de boa qualidade, porém é restrita às regiões de maior desenvolvimento agrícola ou quando o cafeicultor possui condições financeiras favoráveis. De modo geral, o investimento inicial para aquisição de um sistema mecânico adequado pode inviabilizar o uso da tecnologia para a classe de pequenos cafeicultores.

A secagem artificial, apesar das desvantagens do custo adicional de energia elétrica e combustível para a fornalha e de exigir maiores investimentos em equipamentos, apresenta algumas vantagens, tais como: (1) o café permanece menos tempo úmido, diminuindo os riscos de deterioração, já que a secagem é mais rápida; (2) permite um planejamento melhor da colheita; (3) o espaço necessário para abrigar o secador é muito menor, comparado com as enormes áreas dispensadas aos terreiros de secagem; (4) requer menos mão-de-obra (Sivetz & Desrosier, 1979).

Os secadores são acoplados a uma fornalha, onde o combustível (palha, lenha, etc.) é queimado e apresentam uma câmara de secagem, onde o café é exposto ao ar quente. Alguns equipamentos possuem também uma câmara de repouso, onde o café permanece até que a umidade dos grãos se uniformize. Os equipamentos disponíveis no mercado podem ser contínuos ou de carga (batelada), de fogo direto ou indireto. As fornalhas de fogo indireto com trocadores de calor evitam que os gases de combustão entrem em contato com os grãos. Hutt *et al.* (1978) estudaram os tipos de contaminação dos grãos em secadores com aquecimento direto, que aumentam a economia da secagem diminuindo o custo de

investimento e aumentando a eficiência do secador, entretanto contaminam os grãos com substâncias indesejáveis e até carcinogênicas, dependendo do combustível utilizado.

Segundo Vieira (1994), o café será tanto mais homogêneo quanto mais lenta for a secagem. Por isso é aconselhável, quando possível, efetuar a secagem de forma parcelada, intercalando-se os períodos de exposição ao ar quente com outros de descanso, quando a umidade do café é homogeneizada, tornando a secagem mais uniforme. O secador cilíndrico rotatório é um tipo de secador utilizado para secagem sem paralisações por não apresentar câmara de descanso, sendo mais recomendável como pré-secador ou para café despulpado. O ciclo de secagem, no entanto, pode ser intercalado com paralisações e descanso no próprio secador, que é um dos secadores mais eficientes devido à movimentação do café e à distribuição mais uniforme do ar quente em contato com os frutos em todo secador.

Os efeitos dos secadores e dos métodos de secagem sobre a qualidade de grãos e, a conservação e racionalização de energia têm sido assunto de importância entre os pesquisadores, processadores e fabricantes de equipamentos. O conhecimento das variáveis envolvidas no processo de secagem, que influem na qualidade do produto e no consumo de energia, têm-se tornado cada vez mais necessário em função da crescente exigência dos mercados consumidores e do custo da energia (Zambolim, 2001).

Octaviani & Biagi (2001), estudaram a influência das condições ambientais na distribuição do ar de secagem através das características do ar de saída em secadores horizontais rotativos operando com diferentes temperaturas e fluxos de ar, utilizando o GLP como combustível. Como resultados, mostraram haver distribuição homogênea do ar de secagem na massa de grãos nas posições observadas, com maior tendência nas secagens que utilizaram menores fluxos de ar.

Silva *et al.*(2001a) objetivando determinar o consumo específico de energia e possíveis alterações na qualidade final do café seco e beneficiado, utilizando secadores rotativo horizontal e vertical de fluxos cruzados, concluíram em seus estudos que a pré-secagem do café em secador horizontal rotativo seguida de complementação em secador vertical intermitente de fluxos cruzados e a secagem em sua totalidade no secador horizontal, não proporcionaram alterações na qualidade do produto seco e beneficiado. Observaram, porém, que a secagem utilizando o secador horizontal teve maior consumo específico de energia, apresentando valores em torno de 18393,0 KJ/Kg de água evaporada, sem o uso de energia elétrica, utilizando lenha de eucalipto como combustível.

O custo da energia utilizada na secagem depende da temperatura de secagem, do fluxo de ar, do tempo de secagem e do preço do combustível. Como o café é um dos produtos agrícolas que requer um tempo prolongado de secagem, devido ao seu elevado teor de umidade verifica-se um consumo de energia por unidade de produto seco bastante elevado (Silva *et al.*, 2000b).

2.6.4. Vantagens do Processo Cereja Descascado

No processo natural seca-se o grão, pergaminho, mucilagem e polpa. Gasta-se energia para remover a umidade da polpa que será depois descartada no benefício seco. Como o volume do grão com pergaminho e mucilagem representa em média cerca de 60% do volume da cereja madura, o processo cereja descascado resulta em uma diminuição substancial do volume a ser secado (40%).

Comparado ao processamento por via úmida, o processo cereja descascado elimina uma etapa, pois a mucilagem restante não precisa ser removida na degomagem, feita por fermentação natural (bioquímica), por meios mecânicos (atrato), por meios químicos (adição de álcalis ou ácidos) ou pela combinação destes. Assim, reduzem-se tempo, custos e contamina-se menos o ambiente, pois o consumo de água é menor e menos matéria orgânica é adicionada à água de processo que é descartada (Brando, 1993).

2.6.5. Aproveitamento dos Subprodutos do Cereja Descascado

O emprego do café de boa qualidade que não seja para a indústria da bebida é impraticável devido ao elevado valor do grão. Tango (1971) estudou o aproveitamento de café-expurgo (de baixa qualidade, não indicado para o preparo da bebida), casca, pergaminho e borra da extração do café solúvel, concluindo que a industrialização destes produtos é inviável caso a indústria não esteja localizada próxima às máquinas de beneficiamento ou à indústria de café solúvel, por tratar-se de uma matéria-prima muito volumosa. O autor indica diversas aplicações dos subprodutos, dentre elas: combustível, fertilizante, produção de fibra sintética, material adesivo, forragem e material para curtimento de couro.

Braham & Bressani (1979) estudaram as composições da polpa, mucilagem, pergaminho e água de processo e seus usos potenciais, dando ênfase à utilização como alimento para ruminantes, suínos e outras espécies, indicando os tratamentos (físicos e químicos) que cada subproduto deve sofrer antes de sua utilização.

De acordo com a Central de Benefício Ecológico de Anserma, Caldas, em trabalho comunitário com a Cooperativa de Cafeicultores de Anserma e algumas firmas comerciais da Colômbia, a vermicompostagem, usando como substrato a polpa úmida e a mucilagem do café, mostrou ser um processo eficiente de tratamento, pois transforma estes resíduos em adubo orgânico de excelente qualidade em curto período de tempo (Roa, 1999).

O mesmo autor relata que as águas residuais usadas no processamento do CD também podem ser utilizadas para irrigar os canteiros de compostagem, garantindo a umidade ideal para a sobrevivência das minhocas.

2.7. Qualidade do Café

Prete (1992) define a qualidade do café como sendo o resultado da somatória de atributos físicos do grão cru, como cor, tamanho, densidade, forma, uniformidade e de atributos do grão torrado, onde se destaca a homogeneidade na cor e cor da película prateada, e das características organolépticas da bebida expressas pelo sabor e aroma. De acordo com este autor, a qualidade da bebida tem maior peso na comercialização do café do que os outros atributos.

A qualidade do café é medida no Brasil, em função de duas classificações, sendo uma baseada nas características físicas (tipo), através de seu aspecto e pureza, e a outra baseada no sabor e aroma da bebida.

Segundo Amorim & Teixeira (1975), a bebida é o principal aspecto considerado na comercialização do café, podendo haver entre os cafés finos (bebida mole) e os

cafés de pior qualidade (bebida rio) uma desvalorização de até 30% no preço do produto.

A classificação quanto ao tipo baseia-se no número e grau de defeitos e impurezas encontradas em uma amostra de 300 gramas, e a classificação pela bebida é feita por degustadores, de acordo com o sabor detectado pela prova de xícara (Leite, 1998b).

Segundo Mori (2001), um dos problemas para se avaliar qualidade é que a classificação por tipo físico do café cru e de sua bebida característica, com expressões e nomenclaturas, somente são utilizadas pelos especialistas do mercado exportador, e nunca mereceu uma qualificação objetiva e que pudesse gerar uma comunicação facilitada com o mercado: clientes e consumidores. Nesse sentido, as técnicas tradicionais de degustação, complementadas pelas metodologias de análise sensorial, possibilitam um novo conhecimento das características de café torrado e moído, permitindo o estabelecimento de parâmetros para a qualificação do café de acordo com a percepção do consumidor, que é aquilo que ele sente ao beber o café. A análise sensorial permite avaliar, por intermédio das sensações de olfação, gustação e sensação na boca, as características de aroma, gosto e corpo da bebida do café. Além disso, os compostos químicos solúveis e insolúveis em água e gases que compõem o café, podem ser agrupados de acordo com as sensações de gosto, fragrância, odor, aroma e corpo que conferem.

O mesmo autor relata que estão sendo feitos estudos que visam fazer o mapeamento da qualidade do café brasileiro, que pretende mapear a qualidade dos cafés das diferentes regiões brasileiras por meio de análises físicas, químicas, sensoriais e estatísticas. Esse trabalho visa caracterizar a qualidade do café brasileiro nas principais áreas aptas a cafeicultura de arábica no Brasil. Os primeiros resultados permitem concluir que o sistema "via seca" produz café natural em que não há separação de grãos verdes, não há

despolpamento, não há remoção de mucilagens e a cereja é secada inteira (grão, pergaminho, mucilagem e polpa), o que resulta em um café que apresenta bastante corpo, aroma forte, acidez moderada e doçura natural, ao passo que o processamento do café cereja descascado, em que existe a separação de verdes, com despolpamento do grão, mas sem remoção de mucilagem, no qual o pergaminho é secado com mucilagem, apresenta bom corpo, aroma bom, acidez baixa e bastante doçura. No caso dos cafés produzidos pela via úmida, que também faz a separação dos verdes, mas remove a mucilagem, a bebida apresenta bastante acidez, menos corpo e menos aroma.

Hemerly (2000) estudou a cadeia produtiva do café no estado de São Paulo e concluiu entre outras coisas que a produção de cafés especiais ligada à elaboração de uma "carta dos cafés paulistas" é a saída para a cafeicultura conseguir agregar valor ao produto e estabilizar o preço em patamares competitivos.

O mesmo autor relata em seus estudos que o parque cafeeiro paulista se distribui por sete regiões, com áreas relativamente contíguas, conforme ilustrado na Figura 9.

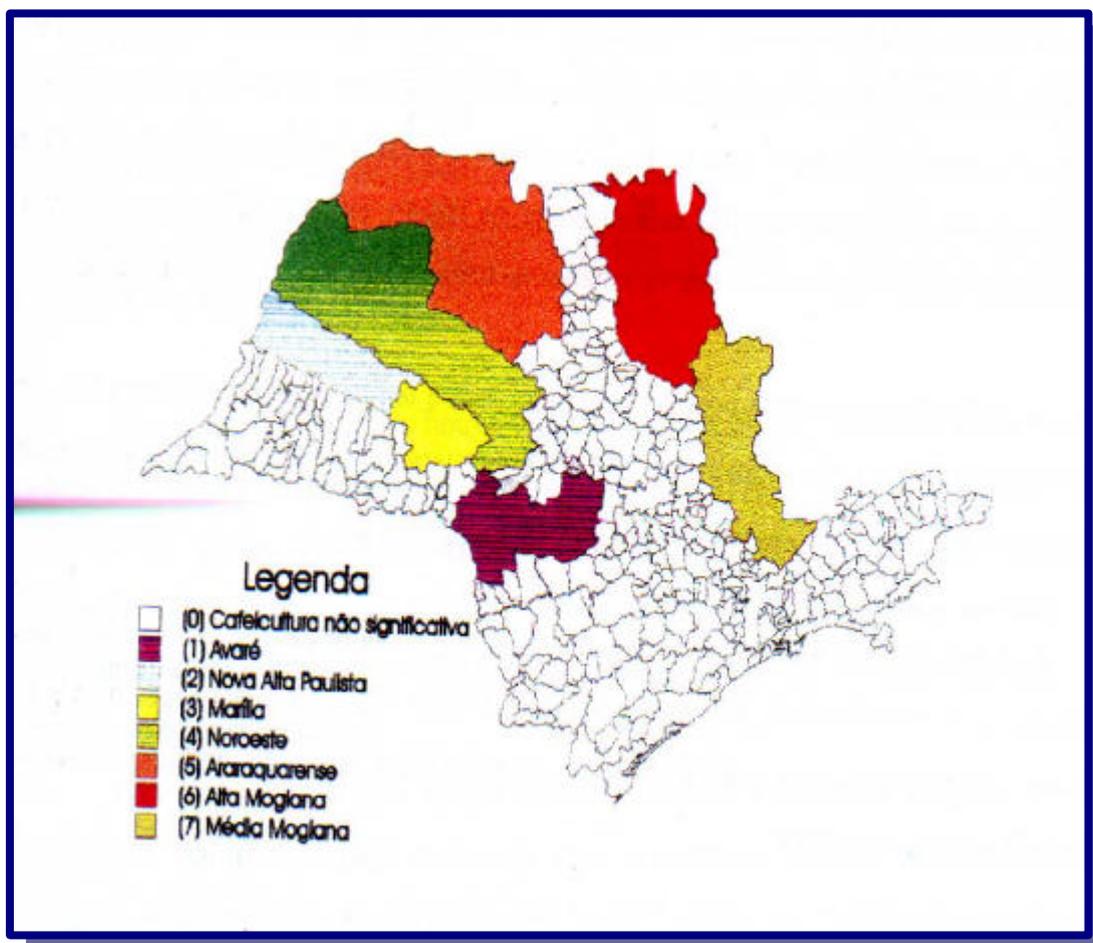


Figura 9: Distribuição geográfica das regiões cafeeiras do Estado de São Paulo.

CATI/SAA - SP, Citado por Hemerly (2000)

Segundo Floriani (2001), foi concebido no âmbito do Conselho Deliberativo da Política do Café (CDPC), um convênio firmado entre o Fundo do Café (FUNCAFÉ) e a Associação Brasileira da Indústria de Café, tendo como objetivo elaborar um projeto que visa capacitar e reestruturar os setores do agronegócio café, e desenvolver uma forte campanha de comunicação e marketing, nacional e internacionalmente, para permitir o crescimento qualitativo dos cafés do Brasil em todos os mercados consumidores.

O mesmo autor relata que, como resultados dessa pesquisa, foi elaborada a logomarca "Cafés do Brasil: um país, muitos sabores". Também já foram caracterizadas catorze regiões produtoras, com seus logotipos, sendo que o logotipo do Paraná engloba 2 regiões, o de São Paulo 2 regiões, a Bahia 3 regiões e Minas Gerais 3 regiões (Figura 10).



Figura 10: Regiões produtoras de cafés com seus respectivos logotipos

(Floriani, 2001).

2.8. Gourmets: Uma Alternativa para o Mercado do Café

De acordo com Costa & Chagas (1997), a recuperação da cafeicultura no Brasil tem uma forte candidata de apoio: a indústria de café torrado e moído. Como em qualquer segmento de alimentação e bebida, também para o café existem os "gourmets", pessoas que desenvolvem o prazer de experimentar e degustar alimentos e bebidas, o que apura seu paladar e torna-o um apreciador de boa qualidade. No ano 2000, metade do consumo de café nos Estados Unidos da América (EUA) será de "gourmets". A febre dos "gourmets", comprovada até pelo New York Times, está recuperando a imagem do café nos EUA. Este tipo de café surgiu na Europa e encontrou um grande desenvolvimento nos EUA, atraindo nos últimos anos um número crescente de pessoas aos "gourmets cafés".

Segundo o mesmo autor a sofisticação do vocabulário criado pela Organização Internacional do Café (OIC) adequou-se perfeitamente ao mais recente sucesso de marketing das indústrias torradoras norte-americanas e européias. Estes cafés são preparados com grãos das melhores lavouras do mundo (em grande parte comprados aqui no Brasil) e embalados em latinhas ricamente decoradas. Os "gourmets" disputam nas "delikatessen" o café ocupando nobre espaço dos melhores vinhos, uísques e conhaques.

Várias cooperativas mineiras já utilizaram os serviços de teste e análise da OIC para credenciar seus cafés a entrarem no seleto mercado dos "gourmets". Uma delas, a cooperativa dos cafeicultores de Poços de Caldas, segundo relatório feito pela OIC no final de 1990, enviou amostras que registravam a mesma qualidade de sabor dos melhores exemplares de "gourmets" recolhidos no comércio dos EUA (ZAMBOLIM, 2000).

2.9. O Café como "Commodity" e os Cafés Especiais

Segundo Piagentini & Toledo Piza (2000), as "commodities" são mercadorias negociadas nas bolsas de cereais regidas apenas por qualidade e preço. A qualidade obedecendo normas gerais ou usos e costumes e o preço seguindo as leis do mercado (oferta e procura). No caso do café, nos mercados internacionais, isto significa depender de um pequeno número de grandes empresas multinacionais que ditam preço, qualidade e quantidade de acordo com suas conveniências.

Segundo o mesmo autor, atualmente, abre-se uma oportunidade para os produtos especiais, vendidos diretamente ponto a ponto em nichos próprios do mercado, que vão além das qualidades padrões das bolsas possuindo especificidades, tais como, certificado de origem, padrão uniforme ao longo dos anos com qualidade rigorosamente controlada à semelhança de vinhos e queijos. Apesar da Colômbia e dos Países da América Central terem sido os primeiros a investirem nesse mercado de cafés especiais, o Brasil é o único país do mundo com diversidade ambiental que permite produzir toda gama desses cafés especiais, além das "commodities".

A qualidade dos cafés "commodities" é baseada no tipo (defeitos, impurezas e aspectos), bebida (paladar e corpo) e peneira (tamanho e forma do grão). Já a qualidade dos cafés especiais é baseada principalmente na bebida e sua especificidade, não se admitindo defeitos (paus, pedras, pretos, etc.), sendo que a peneira é um fator relativo que só tem significado quando o produto é vendido ainda em grão (ZAMBOLIM, 2000).

Segundo Leite & Silva (2000), no Brasil, o café de qualidade ou café especial ou café "gourmet" é produzido há muitos anos. Alguns exportadores mantiveram a

tradição de oferecer à sua clientela cafés com características muito peculiares que impuseram nomes das regiões produtoras ou exportadoras (portos) por muitos anos. Essa foi uma tentativa de classificação do produto pela qualidade e de divulgação de nossos cafés especiais. A demanda do produto no mercado consumidor importador tem criado um novo conceito de café. No passado, era encontrado nas prateleiras dos supermercados, em grãos levemente torrados. Nos anos 60, surgiram os cafés que começaram a competir no mercado, procurando oferecer melhor sabor, torrando o café no próprio estabelecimento e procurando grãos de melhor qualidade. Nos Estados Unidos, em cerca de 12 a 18 % dos estabelecimentos relacionados com alimentação, são servidos cafés especiais e estima-se que mais de 95% de todo café especial do mundo é servido naquele país.

O mesmo autor relata que mercado internacional de café reconhece os seguintes atributos dos cafés especiais: origens específicas; "blends"; tipo de torração; cafés com "flavors"; e descafeinado.

De acordo com ZAMBOLIM (2001) no Brasil, para a cadeia agroindustrial do café é importante que se conheçam algumas características presentes nas definições de origens dos "blends".

Segundo o mesmo autor o tipo de torração é de grande importância no mercado consumidor, uma vez que o café é torrado para o consumo imediato. As exportações de café torrado do Brasil são ainda muito pequenas. A indústria de cafés com "flavors" e as bebidas geladas são também muito associadas ao mercado consumidor, como Japão e Estados Unidos. Reconhece-se que é necessário investir em novos produtos no Brasil, especialmente para aumentar o consumo extra-café-xícara; porém, este é um trabalho dispendioso que necessita de estratégias de médio e longo prazos e muito investimento em pesquisa e

marketing. Quanto ao café descafeinado, nos mercados consumidores, especialmente de países desenvolvidos, têm sido ofertados novos produtos a cada ano e a demanda tem sido crescente. Essas categorias de cafés especiais são mais associadas à demanda derivada de cafés que, tradicionalmente, o Brasil negocia, como as categorias de cafés especiais que possuem origens específicas e os "blends" aqui produzidos para exportação.

2.10. Composição Química e a Qualidade dos Cafés Finos

Segundo Amorim (1972), a qualidade do café está diretamente relacionada com os constituintes físico-químicos e químicos responsáveis pelo sabor e aroma característicos das bebidas. Dentre estes compostos, sobressaem os açúcares, ácidos, compostos fenólicos (ácido clorogênico, cafeína, compostos voláteis, ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas) cuja presença, teores e atividades, conferem ao café um sabor e aroma peculiares (Quadro 2).

Quadro 2 - Composição química do grão cru e composição aproximada em base seca.

Classes e componentes	Solubilidade em Água	% no Café Verde
Carboidratos		
Açúcares redutores	Solúvel	1,0
Sacarose	Solúvel	7,0
Pectinas	Solúvel	2,0
Amido	Facilmente solubilizado	10,0
Pentosanas	Facilmente solubilizado	5,0
Hemicelulose	Hidrolisáveis	15,0
Holocelulose	Fibra não-hidrolisável	18,0
Lignina	Fibra não-hidrolisável	2,0
Óleos	Insolúveis	13,0
Proteínas (Nx6,25)	Depende do grau de desnaturação	13,0
Cinza com óxido	Depende da percentagem hidrolisada	4,0
Ácidos voláteis		
Clorogênico	Solúvel	7,0
Oxálico	Solúvel	0,2
Málico	Solúvel	0,3
Cítrico	Solúvel	0,3
Tartárico	Solúvel	0,4
Trigonelina	Solúvel	1,0
Cafeína	Solúvel	1,0
Arábica 1%		
Robusta 2%		

Fonte: Sivetz & Foote (1963), citado por Leite (1998).

A qualidade do café como bebida é altamente dependente de suas características de sabor e aroma, cujo desenvolvimento ocorre através de alterações físicas e químicas durante a torração. Desta forma, as alterações no metabolismo intrínseco dos frutos acarretarão modificações na composição química durante a torração, afetando as propriedades sensoriais da bebida (Leino *et al.*, 1992).

De acordo com Carvalho *et al.* (1997), dentre os açúcares do café,

predominam os não-redutores, particularmente a sacarose, sendo que os redutores apresentam-se em pequenas quantidades. Durante o processo de torração do café, os açúcares, particularmente os redutores, reagem com aminoácidos e açúcares, com formação de hidroximetilfurfurol e cetosilaminas (reação de Maillard) dando origem a compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom do produto, os quais podem conduzir o sabor e aroma de chocolate, caramelo e cereais. Nestas reações, são produzidos compostos voláteis que apresentam um grande efeito no aroma do produto final.

De acordo com Trugo (1985), as variações destes constituintes dependem principalmente da espécie e local de cultivo do cafeeiro, além do estágio de maturação dos frutos. Neste sentido o café arábica parece conter maior quantidade de sacarose do que o robusta.

Segundo Chagas (1994), o local de cultivo e conseqüentemente as condições climáticas exercem efeito sobre os teores de açúcares dos grãos de café.

O mesmo autor obteve em seus estudos teores médios de 1,87% para açúcares redutores em café oriundo da região do Triângulo Mineiro, enquanto as amostras do Sul de Minas Gerais exibiram valores correspondentes a 1,39% e 0,95%, respectivamente, já os teores de açúcares totais foram de 7,75%, 7,03% e 5,32% respectivamente. Com relação aos açúcares não redutores os menores teores foram constatados também nas amostras da zona da Mata de Minas; para o autor os menores valores médios destas variáveis para esta região ocorrem provavelmente em função de injúrias mecânicas, microbianas ou fermentativas dos frutos, as fases pré e/ou pós-colheita. Nas outras duas regiões os fatores climáticos propiciaram o maior acúmulo de açúcares em decorrência de um amadurecimento normal com menor incidência de processos fermentativos que utilizam os açúcares como substrato.

Os frutos verdes não possuem mucilagem, a qual só é formada quando os mesmos se encontram quase maduros. Esta mucilagem possui cerca de 85% de água e 15% de sólidos dos quais 20% são açúcares, que sob condições inadequadas de manejo ou mesmo no processo de senescência sofrem fermentações detrimenais à qualidade (Carvalho & Chalfoun, 1985).

Pimenta (1994), avaliando frutos colhidos nos estádios verde, verde cana, cereja e seco/passa, observou que os grãos de frutos verde e verde cana exibiram os menores valores de açúcares totais, redutores e não redutores. Os valores mais elevados destes constituintes foram constatados nos frutos cereja, confirmando o aumento que ocorre nestes compostos na fase ideal de colheita. Observou-se porém, um decréscimo de açúcares redutores do estágio cereja para o seco/passa o que foi atribuído ao consumo dos mesmos em metabolismos anaeróbicos característicos da senescência. Outro aspecto interessante é que não houve constatação de diferença significativa para açúcares totais e não redutores entre os estádios cereja e seco/passa, indicando que mesmo ocorrendo perdas de mucilagem estes compostos mantiveram-se praticamente constantes no interior dos grãos.

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

De acordo com Carvalho *et al.* (1997), o teor de acidez titulável em grãos de café pode variar de acordo com os níveis de fermentações que ocorrem nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação deles, podendo também servir como suporte para auxiliar a avaliação da qualidade de bebida do café.

O mesmo autor relata em seus estudos que os principais ácidos do café são o málico e cítrico, responsáveis por uma acidez desejável que proporciona o sabor ácido característico do produto. Nos frutos de café podem ocorrer diferentes tipos de fermentações, o que vem alterar a acidez, o sabor, o aroma e a cor destes frutos. Verifica-se assim que os açúcares presentes na mucilagem, quando na presença de microorganismos ou sob condições anaeróbicas, são fermentados produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico, sendo que a partir destes dois últimos já se observam prejuízos acentuados na qualidade. Em cafés maduros, quando amontoados, observa-se uma sucessão de fermentações favorecidas pelas condições de anaerobiose. A princípio, ocorre a fermentação alcoólica, caracterizada pelo cheiro de álcool etílico, passando depois para fermentação acética com odor de vinagre. O manejo inadequado levará a uma fermentação butírica, caracterizada pelo cheiro desagradável e constitui um dos principais fatores de deteriorações do café e da qualidade de sua bebida, além das fermentações que levam à produção de ácido propiônico, o qual é responsável pelo gosto indesejável de cebola do café.

O odor característico do café é proporcionado pela presença de compostos voláteis, sendo encontrados no café principalmente na forma de aldeídos, cetonas e ésteres metílicos. As centenas de compostos voláteis aromáticos apresentam nos frutos verdes valores sensoriais bastante baixos que, no decorrer da maturação, sofrem um aumento gradativo, que contribuem para o aroma do café e tornam-se responsáveis pelo sabor final do

produto (Kallio, 1990).

Segundo Gusmão & Verano (1998) a indústria brasileira começa a dar ao café o mesmo tratamento que os franceses dispensam a seus vinhos. Assim como os vinhos se distinguem um dos outros pela variedade da uva e pela região onde são produzidos, com o café acontece a mesma coisa.

Os cafés especiais, como são conhecidos, são aqueles que apresentam origem definida não só de país mas de local de produção, fazenda ou região. Esta origem, normalmente, é associada ao material genético tradicionalmente utilizado, ao clima, à topografia, ao ecossistema, ao solo, aos tratos culturais e às práticas de preparo, beneficiamento e de armazenamento locais (Zambolim, 2000).

O mesmo autor relata que, com o preparo dos cafés chamados cerejas descascados, têm-se obtido características de cor, aroma, sabor e corpo semelhantes aos dos cafés de terreiro, porém com maiores possibilidades de obtenção de melhores padrões de bebida, únicas dos cafés especiais, especialmente nas zonas climaticamente não próprias aos cafés de bebida fina.

De acordo com Gusmão & Verano (1998) as principais características apresentadas na qualidade da bebida dos cafés especiais são:

- Aroma: o café de aroma intenso é aquele cujo cheiro se espalha.

A bebida é preparada na cozinha e seu aroma chega até a sala.

- Sabor: O café de sabor mais forte é mais amargo e menos ácido.
- Corpo: Quanto mais encorpado o café, mais tempo o sabor

permanece na boca.

Calle (1963), citado por Pereira (1997), estudando a influência da

fermentação da mucilagem sobre a acidificação da semente, constatou ser a ranhura da semente a principal via de penetração dos ácidos oriundos da fermentação da polpa e da mucilagem. Desta forma, os teores e tipos de ácidos formados nestas camadas parecem alterar a composição original dos grãos, tendo sido observado por Leite (1991) uma redução na acidez dos grãos como consequência do despolpamento do café cereja.

A composição e quantidade dos precursores do "flavor" tem um efeito dramático na qualidade do café torrado (Maria *et al.* 1994).

Para Amorim (1972), não há indícios de que os açúcares presentes na mucilagem exerçam uma influência direta na qualidade do café. Porém Pereira (1997) relata em seus estudos que, deve-se ressaltar que estes carboidratos participam de importantes interações bioquímicas durante a torração, como a reação de Maillard, produzindo compostos que conferem cor e sabor aos grãos torrados, além de inúmeros componentes voláteis que contribuirão para o aroma final da bebida.

Carvalho *et al.* (1997), apresenta no Quadro 3 o gosto da bebida dos cafés especiais. Contudo, a literatura não apresenta trabalhos que correlacionam o teor de mucilagem que deve permanecer aderido ao pergaminho após o descascamento do cereja, visando uma boa manuseabilidade do produto durante o processo de pré-secagem dos grãos para se obter as características de cor, aroma, sabor e corpo, singulares aos cafés especiais cereja descascado.

Quadro 3 - Definição dos termos utilizados para descrever o gosto dos cafés especiais para a bebida.

Descrição	Definição
Animal	Evoca um certo odor dos animais, não é um atributo negativo para a amostra
Cinza	Apresenta odor parecido ao que dá as cinzas de um cinzeiro aos dedos de um fumante
Queimado	Apresenta odor e sabor semelhante ao de alimentos queimados; recorda a fumaça que se produz ao queimar madeira
Químico	Lembra cheiro de produtos químicos medicinais
Chocolate	Recorda o aroma e o sabor do cacau em pó
Caramelo	Relembra o odor e o gosto que resulta da queima do açúcar
Cereal	Congrega o aroma característico dos cereais, do malte, do pão de trigo recém-assado
Terra	Lembra o cheiro de terra fresca ou molhada
Floral	Apresenta fragância parecida à das flores
Fruta/ cítrico	Lembra o odor e sabor de frutas, muitas vezes associado ao gosto da amora ou da framboesa
Ervas	Evoca capim recém-cortado ou frutas verdes
Nozes	Lembra o sabor de nozes;
Rançoso	Lembra sinais de decomposição, dificilmente aceito;
Borracha	Evoca o cheiro de borracha de pneu queimada;
Especiarias	Lembra o cravo e a canela;
Tabaco	Descreve o odor e sabor do fumo;
Vinho	Descreve a sensação combinada de odor, gosto e sabor na boca, quando se experimenta um vinho;
Madeira	Lembra madeira seca, barris de madeira;
Ácido	Apresenta um sabor primário; é agradável, marcado e positivo;
Amargo	Apresenta sabor também primário; é considerado desejável até determinados níveis;
Doce	Resulta da solução de sacarose e frutose que acompanha os frutos do cafeeiro; geralmente associa-se a aromas como fruta, chocolate ou caramelo;
Salgado	Lembra sal de cozinha;
Acre	Apresenta aroma excessivamente agudo, mordente e desagradável; não deve ser confundido com o ácido;
Corpo	Utiliza-se para descrever as propriedades físicas, a textura forte, plena e agradável;
Adstringente	Caracteriza certa secura na boca depois de tomar a bebida; indesejável no café

Fonte: Organização Internacional do Café, citado por Carvalho *et al.* (1997)

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado, de 10 de agosto a 10 de setembro de 2001, na fazenda Vargem Grande, propriedade do senhor Anésio Contini e família, localizada no município de Jacutinga-MG.

As amostras coletadas do café CD foram analisadas por experientes técnicos provadores da Cooperativa dos Produtores de Café de Guaxupé, Guaxupé-MG, Rossignolli Armazéns Gerais, Espírito Santo do Pinhal-SP e Companhia Agropecuária Monte Alegre, Alfenas-MG. A análise química da água residual foi feita no Laboratório do CERAT (Centro de Raízes Tropicais), e dos nutrientes da casca, no Laboratório do Departamento de Recursos Naturais, ambos localizados na UNESP *Campus* Botucatu - SP.

3.1. Características da Propriedade

A Fazenda está localizada a 1200m de altitude (Figura 11). Durante o período do experimento foram registrados as umidades relativas ambiente e as temperaturas ambiente diárias, por um termohigrógrafo. A temperatura mínima média registrada neste período foi de 14°C e a máxima foi de 22°C, a umidade relativa mínima média foi de 38,8% e a máxima foi de 70%.

As variedades cultivadas na propriedade e utilizadas no experimento foram catuaí vermelho e mundo novo, ambas da espécie *Coffea arabica L.*



Figura 11: Fazenda Vargem Grande, Jacutinga-MG.

3.2. Colheita

Devido os fatores edafoclimáticos e a altitude da região, a maturação dos grãos foi tardia e bastante heterogênea. Desta forma, a colheita iniciou-se no mês de julho de 2001. Porém, a coleta de amostras iniciou-se a partir do dia 10 de agosto de 2001, quando os frutos apresentavam 34,1% de grãos verdes, 42,2% de cerejas e 22,7 de grãos bóa (seco).

O processo de colheita adotado foi a derriça manual no pano (Figura 12). Sendo o produto transportado e processado no mesmo dia.



Figura 12: Colheita manual no pano.

3.3. Materiais

3.3.1. Matéria Prima

O café processado durante o experimento foi uma mistura das variedades catuaí (CA) e mundo novo (MN), seguindo o cotidiano do produtor. Porém, em cada lote processado foi quantificado as percentagens de cada variedade e também as percentagens de grãos cerejas, verdes e bóia. Posteriormente o lote foi processado.

3.3.2. Preparo do Cereja Descascado

Todas as etapas realizadas no processamento do café cereja descascado na propriedade, durante o experimento, estão representadas na Figura 13.

3.3.3. Lavagem do Café

Foi utilizado um lavador mecânico, marca Pinhalense, modelo LSC-10P com capacidade para 10.000 L/hora (Figura 14). Neste processo além das impurezas (paus, pedra, etc.) os grãos bóia foram separados por diferença de densidade seguindo para pré-secagem no terreiro, enquanto os grãos cerejas e verdes foram encaminhados através de um elevador de canecas até o despulpador.

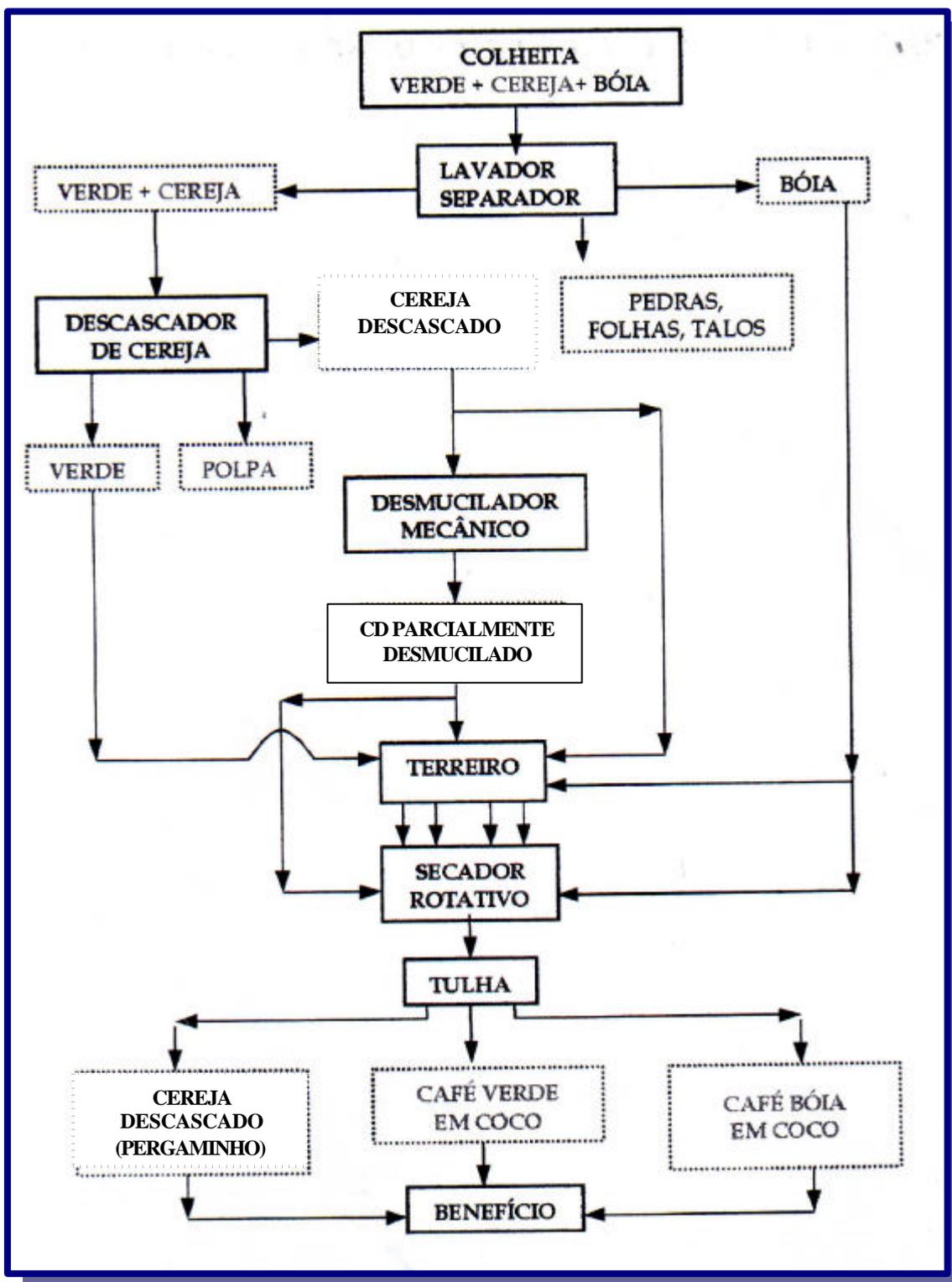


Figura 13: Etapas do preparo do cereja descascado (Piagentini & Toledo Piza, 2001).



Figura 14: Lavador mecânico marca Pinhalense

3.3.4. Descascamento do Cereja

Nesta etapa foram feitas três operações unitárias. Primeiro os cafés cerejas e verdes foram separados no separador de verdes e o cereja saiu parcialmente despulpado. Numa segunda operação o cereja parcialmente despulpado, passou por um repassador (antigo despulpador) onde o descascamento do cereja foi completado e a maioria das cascas foram separadas. Finalmente, o cereja descascado (CD) passou por um peneirão cilíndrico, onde as cascas remanescentes foram eliminadas.

Os grãos CD recém processados com o pergaminho impregnado da mucilagem natural, foram encaminhados para o desmucilador.

O descascador de cerejas utilizado no experimento foi da marca Pinhalense, modelo DC-6, com capacidade para descascar (despolpar) 6000 L/hora (Figura 15).



Figura 15: Descascador de cerejas, marca Pinhalense.

3.3.5. Desmucilagem

A retirada parcial da mucilagem que envolve o pergaminho do grão, foi feita nesta etapa através de um desmucilador mecânico vertical, marca Pinhalense, modelo DFA-1, com capacidade para desmucilar 3400 L/hora. Este aparelho apresenta duas regulagens para o controle da retirada parcial de mucilagem:

1°) Variação na vazão específica de água VA em $L H_2O/ L CD$, no

processo de desmucilagem.

2°) Variação na altura H em % , da "boca" de saída do desmucilador.

Após a desmucilagem o cereja descascado foi encaminhado ao terreiro de cimento para efetuar-se a pré-secagem. Foram retiradas amostras do CD antes da desmucilagem e após passar pelo desmucilador.

3.3.6. Pré-Secagem

A pré-secagem foi feita em terreiro de cimento, revolvendo o produto com rodos de madeira, de 1 (uma) em 1 (uma) hora, até a massa do produto enxugar o suficiente para ser levado para o secador.

O tempo da pré-secagem variou de acordo com a intensidade da insolação de cada dia, durante o período do experimento (Figura 16).



Figura 16: Pré-secagem do cereja descascado

3.3.7. Secagem

Após a pré secagem os lotes foram encaminhados para o secador rotativo monobloco SRM-020 batelada e fluxo de ar axial, marca Pinhalense, com capacidade de 2000 litros de carga (Figura 17).

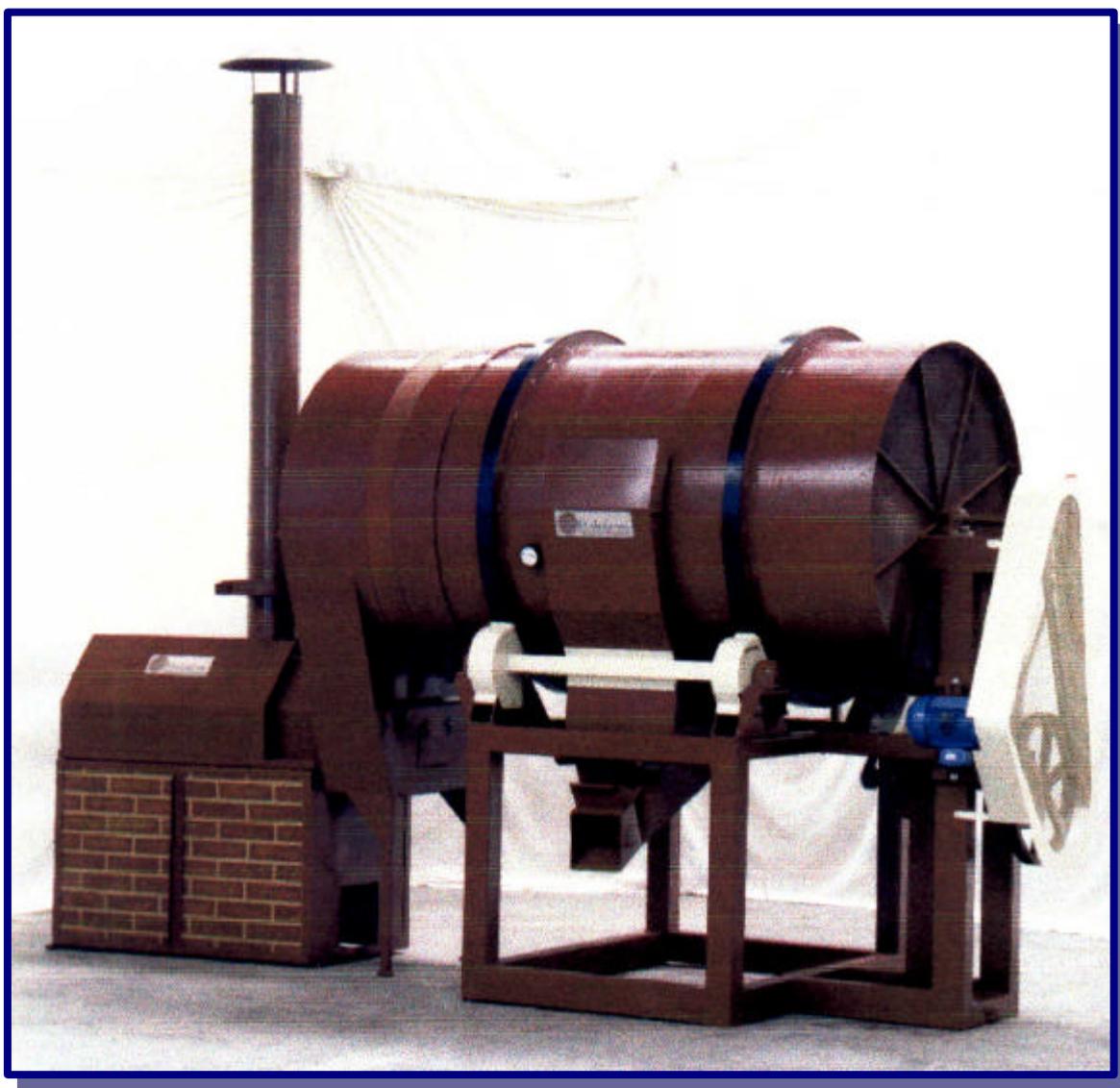


Figura 17: Secador rotativo monobloco SRM-020 conhecido como "mineirinho".

Esse secador tem como característica, o fluxo de ar atravessando a

massa do produto no sentido axial (paralela ao eixo do cilindro) e um sistema de aletas que inverte o sentido do movimento da massa de café produzindo o seu contínuo revolvimento. Na parte superior do cilindro que não deve ficar totalmente cheio, cria-se uma câmara de ar onde são formadas cortinas de café que ao serem atingidas pelo ar quente que atravessa o secador, realiza uma secagem lenta e uniforme.

3.3.8. Armazenamento

Após a secagem os grãos foram armazenados em tulhas com todas as condições apropriadas para o condicionamento dos grãos, sendo a parte externa de alvenaria revestida de madeira por dentro.

3.3.9. Outros Materiais Utilizados

Além dos materiais já citados utilizou-se também: Mão de obra (4 pessoas); 2 tratores cafeeiros marca Ford com carreta acoplada, termohigrógrafo, medidor de umidade marca Geole, balança de precisão (0,01 g), balança de plataforma (precisão de 100g), lenha, água, baldes, vassouras, rodos de madeira, carrinho de esparramar o café, sacos de aninhagem e sacos plásticos.

3.4. Metodologia Experimental

No presente trabalho, foram analisados o processamento de 14 lotes de cafés sendo, 2 deles como testemunhas (T1 e T2) e os demais agrupados de 3 em 3, formando 4 grupos (G1, G2, G3 e G4), cuja desmucilagem mecânica feita com diferentes regulagens, permitiu a obtenção de cafés com diferentes teores de mucilagem residual, conforme mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Relação dos lotes processados, agrupados de 3 em 3, das testemunhas (T1 e T2) com as respectivas datas e regulagens.

LOTE (Nº)	DATA (D)	REGULAGENS (Nº)	H	VA
1	10/8	1	+	+
2	13/8			
3	15/8			
4	18/8	2	+	-
5	21/8			
6	23/8			
7	27/8	3	-	+
8	30/8			
9	01/9			
10	04/9	4	-	-
11	06/9			
12	08/9			
13	30/8	T1	*	*
14	30/8	T2	*	*

(*) Observação:

1º) Testemunha 1: Foi coletada uma amostra de 30 litros de cereja descascado antes de passar pelo desmucilador mecânico e secada posteriormente em terreiro de cimento à sombra

2º) Testemunha 2: Foi coletada uma amostra de 30 litros de cereja descascado antes de passar pelo desmucilador e depois colocou-se dentro d'água por oito horas, onde sofreu a desmucilagem biológica. Posteriormente foi secada no terreiro à sombra.

As regulagens foram feitas variando-se primeiro a altura H da boca de saída do desmucilador, sendo as regulagens 1 e 2 com H igual a 100% da altura total possível e as regulagens 3 e 4 com H igual a 70% da altura total possível. Da mesma forma variou-se a água injetada no desmucilador, avaliada de forma aproximada pelo volume específico VA, medido na saída da boca do desmucilador, regulando-se a posição dos 3 registros e alterando-se assim a vazão.

A combinação das regulagens feitas no desmucilador mecânico, que objetivou variar os percentuais de mucilagem que ficaram aderidas no pergaminho do cereja descascado, após a desmucilagem mecânica, podem ser observadas nas Figuras 18, 19, 20, 21 e 22.

A posterior análise sensorial dos cafés obtidos, permitiu estudar as relações entre teores de mucilagem residual e as qualidades da bebida e do corpo dos referidos cafés.

Como complementação da análise sensorial foram também estudadas as relações entre teores de mucilagem residual no CD e as qualidades de acidez, aroma e sabor.

Tratando-se de um processo com alto consumo de energia térmica e de produção de resíduos poluentes, ambos os assuntos também foram abordados mesmo que de forma geral neste trabalho.

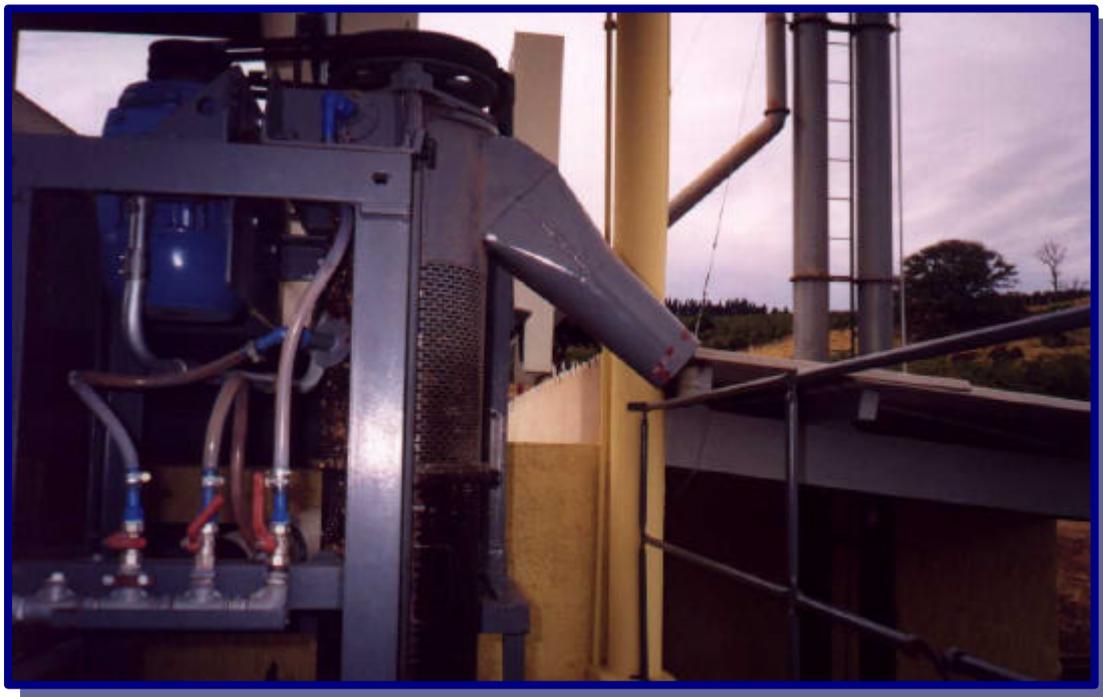


Figura 18: Regulagem 1 – Posições de H (100%) e dos registros de água (100%).



Figura 19: Regulagem 2 – Posições de H (100%) e dos registros de água (30%).

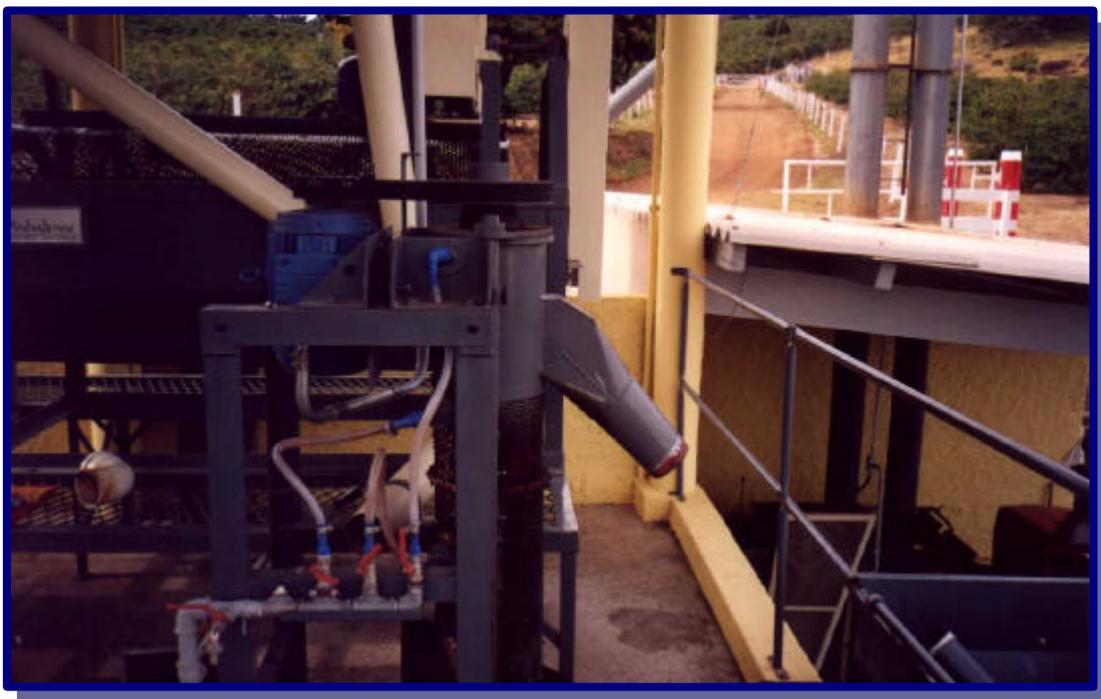


Figura 20: Regulagem 3 – Posições de H (70%) e dos registros de água (100%).

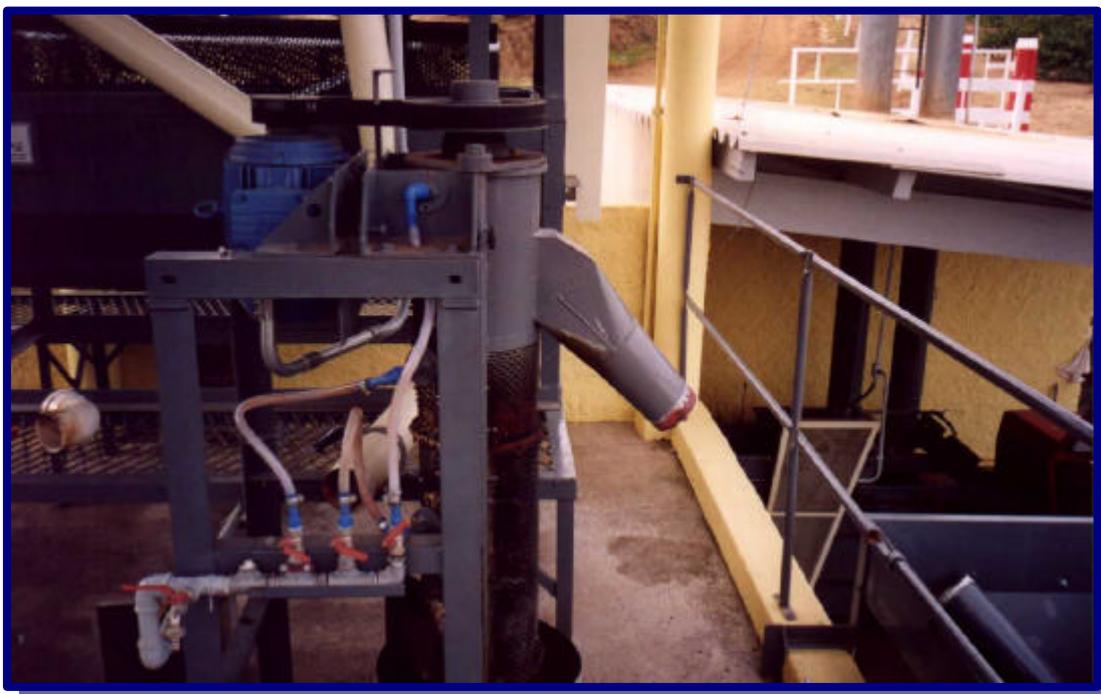


Figura 21: Regulagem 4 – Posições de H (70%) e dos registros de água (30%).



Figura 22: Altura das bocas de saída do desmucilador:

Esquerda, H (70%); Direita, H (100%).

3.4.1. Medidas do Perfil do Café da Roça

As porcentagens de cada variedade que compunham os lotes analisados foram anotadas na roça, conforme os talhões colhidos e misturados na carreta de transporte do café da roça.

As porcentagens de café verde, cereja e bóia foram obtidas coletando-se amostras de 1 litro e após as separações e pesagens calculava-se as porcentagens.

3.4.2. Medidas de H e VA

Quanto a H, a Pinhalense Maquinas Agrícolas S/A forneceu duas opções de saída do produto. Uma com 100% da altura e outra com 70%, que foram utilizadas no trabalho.

Quanto a medida de VA, isto é, o volume específico de água por litro de café na saída da boca do desmucilador, coletou-se amostras de 6 L da mistura de água e CD, separou-se o CD, mediu-se os volumes resultantes dividindo-se o de água pelo de café (Figura 23). VA é, portanto, um valor estimativo da vazão de alimentação de água do desmucilador mecânico.



Figura 23: Coleta de amostras.

3.4.3. Medidas dos Teores de Mucilagem

O café cereja logo após descascado, isto é, antes de ser desmucilado, possuía um teor de mucilagem natural cujo valor foi medido da seguinte forma:

- Pesou-se uma amostra de um litro de café cereja recém descascado (MT). Depois desmucilou-se manualmente esse café, atritando-se os grãos entre si e renovando-se a água, até que o atrito entre os grãos produzisse o ruído característico de lixa. Em seguida escoou-se novamente a massa, pesando o café resultante (MD) que é uma amostra totalmente desmucilada. Com esses dados, calculou-se o teor de mucilagem (TM):

$$TM = (MT - MD) / MD$$

Da mesma forma, após o CD passar no desmucilador, calculou-se o teor de desmucilagem residual (TM'):

$$TM' = (MT' - MD') / MD'$$

Onde, MT' é o peso de um litro do CD que foi parcialmente desmucilado e MD' é o peso do CD totalmente desmucilado.

A partir dos teores TM e TM' foi possível obter o teor de desmucilagem fazendo, $TD = TM - TM'$, com o qual se obteve o teor específico de desmucilagem (TED) através de: $TED = TD / TM$ (em grama de desmucilagem / grama de mucilagem contida inicial no produto), valor que permitiu avaliar o desempenho do

desmucilador mecânico e a influencia de suas regulagens de altura H e volume de água injetada, avaliada indiretamente por VA.

3.5. Análise Sensorial

Para a determinação das características sensoriais dos lotes processados foram utilizados os serviços de 3 profissionais treinados e experimentados no mercado de cafés especiais: P1; P2; P3.

As amostras foram submetidas às provas de xícara, de acordo com os principais testes de classificação preconizados para os cafés especiais, isto é, bebida, corpo, acidez, aroma e sabor.

Para a bebida, que avalia o gosto característico do café através do palato, foi pedido aos provadores que dessem notas de 1 a 7, sendo 1 para bebida ríozona, 2- rio, 3- riada, 4- dura, 5- apenas mole, 6- mole e 7 para bebida estritamente mole.

Para as características corpo, acidez, aroma, sabor, foi solicitado aos 3 provadores que dessem notas variando de 1 a 5, conforme a menor ou maior intensidade de cada característica analisada. Porém, o provador P3, avaliou estas características em forma de conceitos, sendo os mesmos, posteriormente, transformados em notas.

As notas das sensações de corpo seriam dadas em função de uma bebida licorosa que amplia a persistência da ação agradável que a ingestão da bebida provoca, completando a sensação de aroma característico.

Quanto a característica acidez, as maiores notas foram para as

amostras que apresentaram uma maior intensidade da acidez desejável, que proporciona o sabor ácido característico do produto.

Os aromas estariam relacionados com sensações agradáveis no palato nasal e os melhores conceitos relacionados com aromas fortes de café recém torrado ou de floral, doce, nozes, chocolate, etc.

O sabor é avaliado através do palato, os melhores conceitos estariam para cafés que apresentassem sabor forte característico como sabor de vinho, nozes, frutas, chocolate, etc. E os piores conceitos para os cafés fermentados que apresentam características indesejáveis como o sabor de azedo, avinagrado etc.

A sistemática de prova de xícara seguiu os mesmos procedimentos comuns às análises da bebida do café, tomando-se cerca de 300 g de café beneficiado e analisando-se o aspecto dos grãos crus, para em seguida serem tomados cerca de 100 g e proceder-se à torração em um grau de torração denominado achocolatada clara. Os grãos torrados eram moídos até uma granulometria especial e comum para a prova comercial e depositados em vasilhas de prova (normalmente em número de três). O provador depositava água pura fervente e estabelecia um exame prévio pelo aroma da infusão. Após a infusão esfriar, o provador retirava a espuma e aspirava na boca uma pequena quantidade de infusão.

Os resultados obtidos, fornecidos pelos provadores, foram comparados entre si e, com os demais do processamento, possibilitando discutir e concluir alguns aspectos do processamento do CD.

3.6. Análise da Água e dos Resíduos do Processo CD

Com a finalidade de se obter informações sobre a água e os resíduos do processo CD, foram coletadas amostras da água em 3 pontos e enviadas para análise ao laboratório do CERAT, UNESP *campus* Botucatu:

1°) Água que sai junto com os frutos verdes e vai para permeabilizar no solo.

2°) Água usada após o despolpamento da cereja e antes da desmucilagem mecânica.

3°) Água que sai junto com o cereja descascado, após a desmucilagem mecânica.

Ainda como elemento de informação foi coletada uma amostra de 1 litro de cascas úmida e enviada para o laboratório do Departamento de Recursos Naturais da UNESP, para ser analisada a composição de macro e micro nutrientes presentes neste resíduo.

Este procedimento permitiu avaliar o nível de poluição das águas residuais e o valor nutricional das cascas.

3.7. Consumo de Lenha

Com a finalidade de avaliar o consumo específico de energia térmica "CEE" na secagem em kcal por quilo de H₂O evaporada, toda lenha utilizada na secagem de cada lote foi pesada. Foi utilizada lenha de antigas plantas de café descartadas com o poder

calorífico inferior em torno de 3687 kcal/kg (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR, 2001).

3.8. Avaliação do Funcionamento do Desmucilador Mecânico

A fim de se avaliar o funcionamento do desmucilador mecânico utilizado neste trabalho, construiu-se um modelo gráfico teórico simplificado de seu desempenho com os dados coletados, e extrapolou-se para outros valores. Os dados de TED, VA e H foram parametrizados para uniformizar, facilitar a construção e a visualização do gráfico.

A partir do modelo obtido foi possível sugerir a otimização do funcionamento do equipamento em questão.

3.9. Análise Estatística dos Resultados

Os resultados obtidos com o perfil do café da roça, as porcentagens de cafés cerejas nos lotes, os teores de mucilagem inicial e residual e as características sensoriais tiveram seus valores analisados através de uma estatística descritiva, onde foram estimados os parâmetros: média (\bar{X}), amplitude total (at), desvio padrão (σ) e coeficiente de variação (CV). A partir desses parâmetros foi possível discutir a relação entre a evolução do perfil do café da roça e a variação de mucilagem inicial do café cereja; a influencia da variação da

mucilagem do CD e as características da bebida e do corpo do café; e finalmente, a existência ou não de uma relação entre a variação da mucilagem do CD na acidez, aroma e sabor do café.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Característica Física da Propriedade

A Figura 24 apresenta um desenho esquemático dos pontos de colheita dos lotes (tratamentos) do experimento, na propriedade.

A fazenda Vargem Grande está localizada em um vale. Seus cafezais são cultivados em relevo ondulado (em torno de 12% de declividade), a uma altitude de 1200 metros. A temperatura ambiente média registrada durante o período do experimento foi de 18,3 °C e a umidade relativa (UR%) ambiente média foi 54,4% (Quadros 1B e 2B).

Desta forma, observa-se que a referida fazenda tem as condições descritas por Matiello (1991) que em seus estudos relata, "pela sua origem nas regiões altas da Etiópia, o café da espécie *Coffea arábica L.* é adaptado às condições de clima tropical de

altitude com umidades e temperaturas amenas". Sendo que, as regiões mais secas e frias, no período de colheita, produzem cafés de melhor qualidade (bebida dura para melhor).

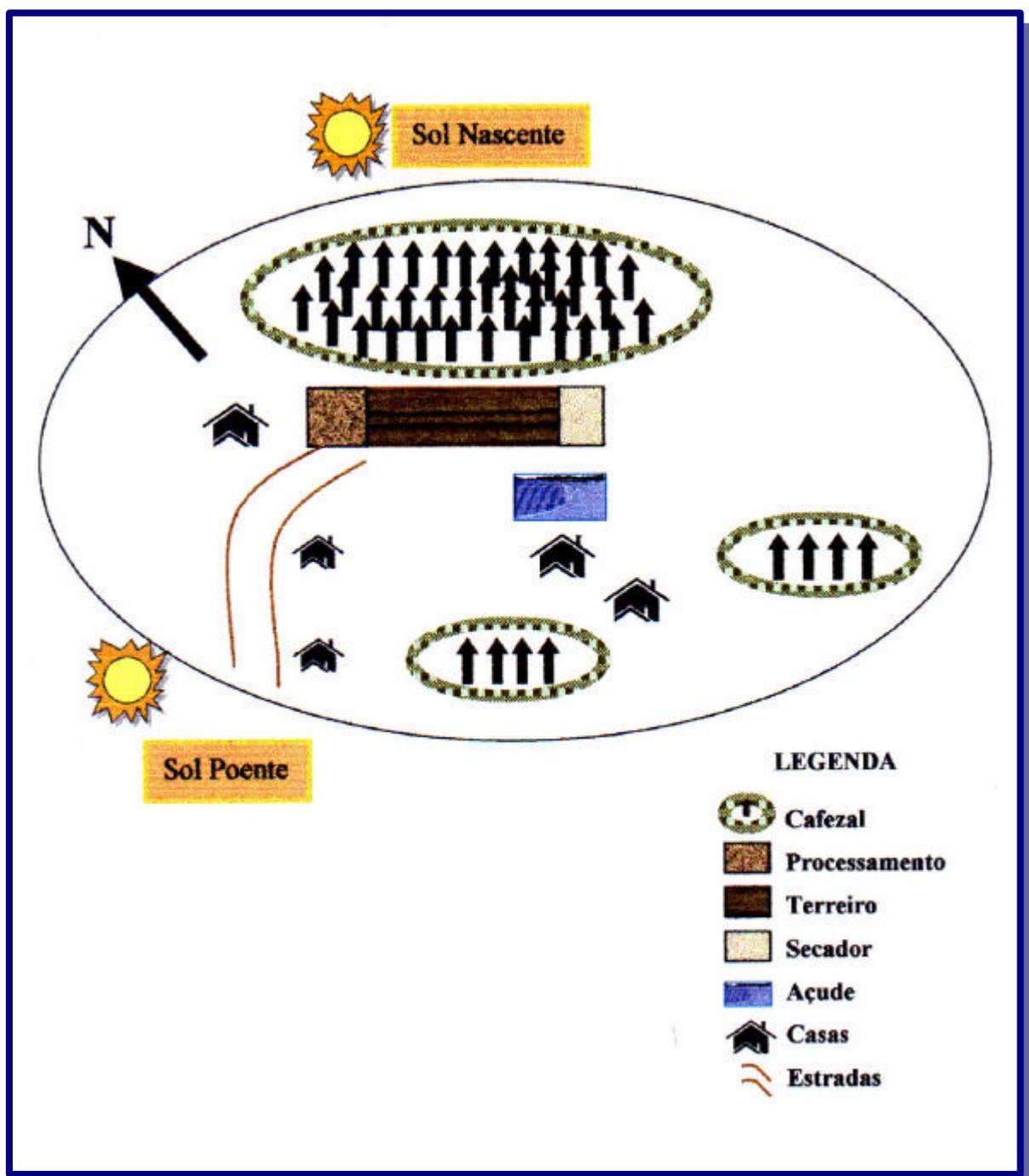


Figura 24: Desenho esquemático da propriedade, mostrando os cafezais onde o produto foi colhido.

4.2. O Perfil do Café da Roça Utilizado

O perfil do café da roça utilizado está representado no Quadro 5.

Quadro 5 - Perfil dos lotes processados, mostrando a comparação das variedades e de maturação dos café

LOTE		VARIEDADE			PERFIL DE MATURAÇÃO			
Nº	R	D	VO (L)	MN(%)	CA(%)	VER.(%)	CER.(%)	BO(%)
1	1	10/8	4620	69	31	28	53	19
2		13/8	7980	65	35	24	55	21
3		15/8	9908	66	34	26	53	21
4	2	18/8	7110	85	15	18	55	27
5		21/8	10020	87	11	19	50	31
6		23/8	10680	80	20	17	51	32
7	3	27/8	7320	68	32	16	49	35
8		30/8	12000	14	86	14	41	45
9		01/9	9840	10	90	16	37	47
10	4	04/9	6440	14	86	15	36	49
11		06/9	12334	11	89	16	33	51
12		08/9	9845	10	90	14	36	50
13	Test 1	30/8	30	14	86	14	41	45
14	Test 2	30/8	30	14	86	14	41	45

LEGENDA:

Nº = Lote; D = Data; VO = Volume; MN = Mundo novo; CA = Catuaí; VER = Verde; CER = Cereja; BO = Bóia

OBS: Os valores de VO(L) dos lotes registrados no Quadro 5, são de café da roça e das Testemunhas (T1 e T2).

A mistura de variedades nos lotes submetidos aos diferentes tratamentos não é a situação ideal para o estudo das propriedades dos cafés especiais. No entanto, por motivos operacionais da colheita optou-se por essa solução. Dessa forma, a eventual informação de que haveria diferenças de propriedades dos cafés de acordo com a variedade, ficou prejudicada.

Segundo observação do proprietário da fazenda, o período de estagem

prolongado nos anos de 1999 e 2000 provocou abortamento das flores nas primeiras floradas, fazendo com que a evolução da maturação dos frutos na safra 2000/2001 fosse atípica, conforme se observa no Quadro 5, comparando-se as datas de colheita dos lotes e seus respectivos perfis médios de maturação dos frutos de café processados com diferentes regulagens do desmucilador (Figura 25).

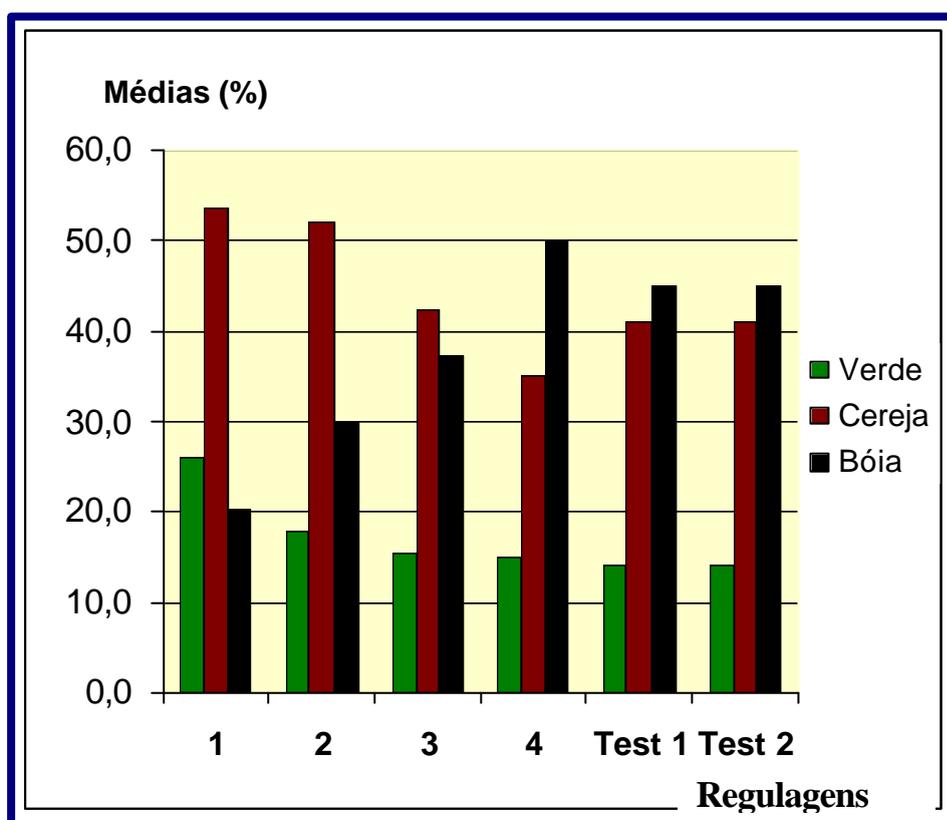


Figura 25: Perfil médio de maturação dos frutos

No lote 1, colhido em 10/08/2001, havia 53% de cereja. De acordo com o proprietário esse perfil normalmente já ocorre nos meses de maio e junho. Lembrando

que a maturação dos frutos da variedade mundo novo (MN) ocorre primeiro, por esta ser precoce em relação a variedade catuaí (CA).

Esse abortamento das flores das primeiras floradas devido o prolongamento do período de estiagem após a colheita da safra de 1999/2000, juntamente com outras variações climáticas, provavelmente contribuíram para o pegamento das flores somente das floradas seguintes, ocasionando o amadurecimento tardio dos frutos na safra 2000/2001.

Esses resultados estão de acordo com os de Matiello (1991), onde o autor relata que períodos com temperaturas elevadas e clima seco, durante a dormência dos botões, provocam o aparecimento de "estrelinhas" (flores abortadas). A maturação tardia enfraquece a planta e atrapalha as floradas seguintes.

4.3. Teores de Mucilagem Inicial e Residual

Os resultados para o cálculo dos teores de mucilagens de cada lote processado estão representados no Quadro 6.

Quadro 6 – Teores de mucilagem do Cereja Descascado (CD), antes e depois do Desmucilador

LOTE				CD			CDD		
N ^o	R	VA (L/L)	H (%)	MT (g)	MD (g)	TM	MT' (g)	MD (g)	TM'
1	1	0,30	100	792	598	0,32	688	656	0,05
2		0,30	100	796	596	0,32	684	650	0,05
3		0,30	100	790	598	0,32	686	646	0,06
4	2	0,09	100	726	570	0,27	678	602	0,13
5		0,09	100	724	568	0,27	681	603	0,13
6		0,09	100	722	570	0,27	684	604	0,13
7	3	0,30	70	744	584	0,27	698	674	0,04
8		0,30	70	694	554	0,25	656	640	0,03
9		0,30	70	686	572	0,20	644	626	0,03
10	4	0,09	70	684	570	0,19	670	590	0,13
11		0,09	70	680	574	0,18	666	594	0,12
12		0,09	70	682	572	0,19	668	592	0,13
13	Test 1	-	-	694	554	0,25	-	-	-
14	Test 2	-	-	694	554	0,25	-	-	-

LEGENDA:

N^o = Número dos lotes processados;

R = Número da regulagem dos 12 lotes processados e agrupados de 3 em 3;

VA = Volume de água na amostra (L/L) extraída na saída do desmucilador e uma estimativa aproximada da vazão da água usada no desmucilador mecânico;

H = Altura da boca de saída no desmucilador mecânico;

CD = Cereja Descascado;

MT = Massa (g) de 1L de CD sem desmucilar;

MD = Massa (g) de 1L de CD totalmente desmucilado manualmente;

TM = Teor de mucilagem do CD, sendo: $TM = (MT - MD) / MD = \text{g de mucilagem} / \text{g de CD totalmente desmucilado}$;

CDD = CD parcialmente desmucilado;

MT' = Massa (g) de 1L de CDD;

MD' = Massa (g) de 1L de CDD totalmente desmucilado manualmente;

TM' = Teor de mucilagem residual do CDD, sendo: $TM' = (MT' - MD') / MD' = \text{g de mucilagem/g de CDD totalmente desmucilado}$;

\overline{TM} = Teor médio de mucilagem do CD no tratamento;

\overline{TM}' = Teor médio de mucilagem do CDD no tratamento;

\overline{TD} = Teor médio de desmucilagem no desmucilador mecânico, sendo: $\overline{TD} = (\overline{TM} - \overline{TM}')$.

4.4. Perfil de Maturação X Teor de Mucilagem no Café Cereja

O Quadro 7 mostra as porcentagens de cereja no café da roça e a variação dos teores de mucilagem nos lotes processados durante o experimento.

Quadro 7 – Data de processamento, número dos lotes, porcentagens de cereja no café da roça, teor de mucilagem inicial e seus respectivos parâmetros estatísticos.

DATA	LOTE	% CEREJA	TM
10/8	1	53	0,32
13/8	2	55	0,32
15/8	3	53	0,32
18/8	4	55	0,27
21/8	5	50	0,27
23/8	6	51	0,27
27/8	7	49	0,27
30/8	8	41	0,25
1/9	9	37	0,20
4/9	10	36	0,19
6/9	11	33	0,18
8/9	12	36	0,19
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS:			
	- X	45,75	0,25
	- σ	8,08	0,05
	- CV	18%	20%
	- at	22	0,14

Verifica-se que pelos dados obtidos, a queda do teor de mucilagem inicial acompanha a queda da porcentagem de cereja no café da roça, sugerindo haver alteração no ponto de maturação do cereja ao longo do tempo.

4.5. Análise do Funcionamento do Desmucilador Mecânico

Para analisar o comportamento do desmucilador mecânico utilizado construiu-se o gráfico da Figura 26 a partir dos dados do Quadro 8. Afim de facilitar a construção do gráfico e a visualização do funcionamento do desmucilador todos os dados foram parametrizados e reduzidos a notação decimal. Além disso extrapolou-se o comportamento desses mesmos dados criando-se um modelo gráfico teórico simplificado do funcionamento do desmucilador mecânico, para H entre 0,7 e 1,0, conforme se vê na Figura 27.

Quadro 8 – Teores médios de mucilagem e desmucilagem dos lotes agrupados em função das regulagens de H e VA no desmucilador mecânico.

LOTES AGRUPADOS	TM (g/g)	REGULAGEM		TM' (g/g)	TD (g/g)	TED (g/g)
		H	VA			
1 2 3	0,32	1,0	1,0	0,05	0,27	0,84
4 5 6	0,27	1,0	0,3	0,13	0,14	0,52
7 8 9	0,24	0,7	1,0	0,03	0,21	0,88
10 11 12	0,19	0,7	0,3	0,13	0,06	0,31

LEGENDA:

TM = Teor de mucilagem inicial (grama de mucilagem / grama de café desmucilado);

H = Altura percorrida pelo CD no desmucilador (decimal da altura total);

VA = Volume de água - estimativa da vazão (decimal do maior volume);

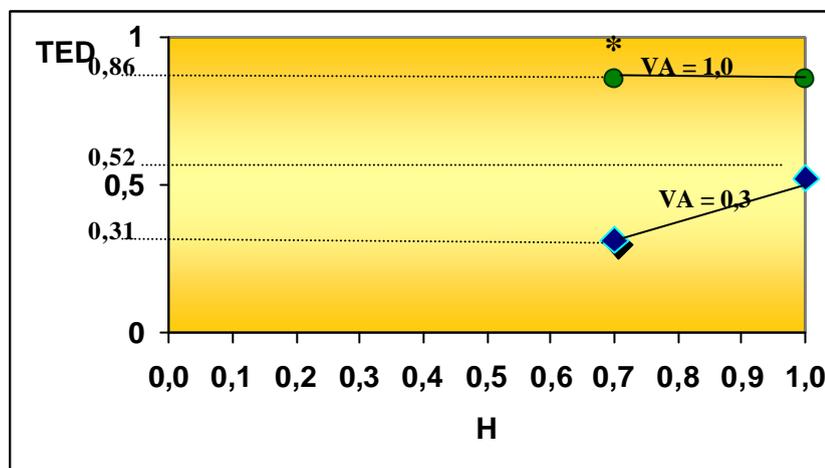
TM' = Teor de mucilagem residual (grama de mucilagem / grama de café desmucilado);

TD = Teor de desmucilagem (TD = TMI - TMR);

TED = Teor específico de desmucilagem

TED = TD / TMI, (g de mucilagem. retirada / g de mucilagem inicial);

A partir desses dados construiu-se o gráfico da Figura 26.



*TED: 0,86 = valor médio entre 0,84 e 0,88 do Quadro 11

Figura 26: Gráfico dos valores do TED em função de H e VA.

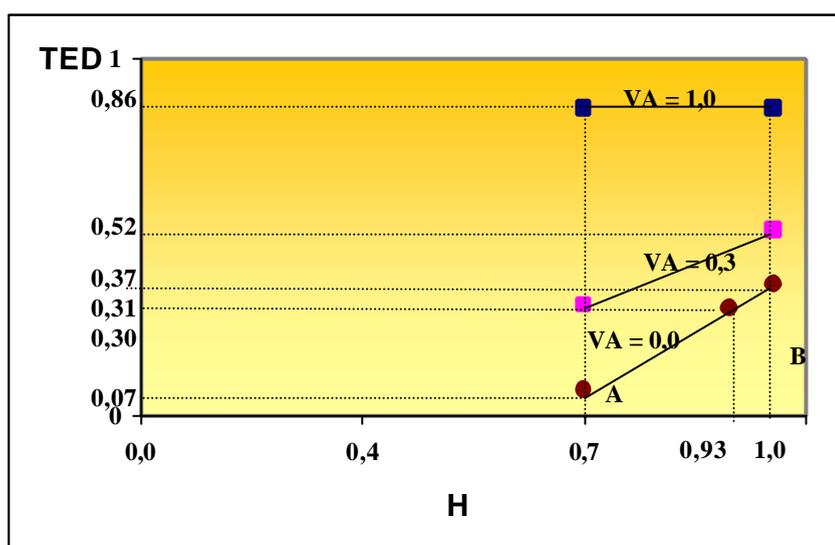


Figura 27: Modelo gráfico teórico simplificado do funcionamento do desmucilador mecânico para H entre 0,7 e 1,0.

Os pontos A e B da Figura 27 foram obtidos extrapolando-se os valores de TED respectivamente para $H = 0,7$ e $H = 1,0$ das linhas $VA = 1,0$ e $0,3$ para a linha $VA = 0,0$

obtendo-se os pontos A e B da seguinte forma:

$$\text{TED em A} = 0,31 - (0,55 \times 0,3) / 0,7 \cong 0,07$$

$$\text{TED em B} = 0,52 - (0,34 \times 0,3) / 0,7 \cong 0,27$$

Analisando-se o modelo gráfico teórico simplificado da Figura 26 verifica-se que:

- Quando $VA = 1,0$ a variação de H entre 0,7 e 1,0 praticamente não influencia o valor de TED
- Quando $VA = 0,3$ a variação de H entre 0,7 e 1,0 causa uma variação no TED de $\Delta\text{TED} = (0,52 - 0,31) = 0,21$
- Quando $VA = 0,0$ a variação de H entre 0,7 e 1,0 causa uma variação no TED de $\Delta\text{TED} = (0,37 - 0,07) = 0,30$

Esses resultados permitem concluir que quanto menor o valor de VA maior a influência de H (na faixa estudada) no valor de TED.

Em particular, a análise do comportamento dos fatores H e TED para $VA = 0,0$ é de fundamental importância pois desmucilador sem injeção de água adicional irá reduzir drasticamente a poluição ambiental. Por outro lado, a observação direta dos lotes estudados demonstrou que um $\text{TED} \cong 0,3$ é perfeitamente aceitável, produzindo um CD com boa manuseabilidade durante o processamento e resultando num café de qualidade superior.

Desta forma, fixando-se $\text{TED} = 0,3$ com $VA = 0,0$ no gráfico da Figura 26, obtém-se $H \cong 0,93$, valor esse suficiente para produzir a desmucilagem necessária sem injeção de água adicional.

4.6. Análise Sensorial

Os resultados dos testes sensoriais realizados pelos três provadores encontram-se no apêndice 1A e 2A.

O Quadro 9 resume os resultados obtidos.

Quadro 9 – Valores médios da análise sensorial dos lotes processados.

LOTES	$\overline{\%C}$	\overline{B}	\overline{C}	\overline{A}	\overline{AR}	\overline{S}
1 2 3	54	5,1	2,0	1,9	2,1	2,3
4 5 6	52	4,7	3,2	2,7	1,7	2,3
7 8 9	42	5,1	2,8	3,0	1,3	2,2
10 11 12	35	5,1	3,2	2,7	1,4	2,7
T1	41	4,7	3,7	1,7	1,3	2,7
T2	41	5,3	1,3	1,7	1,3	2,0

LEGENDA:

LOTES = Lotes agrupados de 3 em 3;

$\overline{\%C}$ = Porcentagem de cerejas de cada lotes agrupados;

\overline{B} = Média geral da bebida para os provadores (variando de 1 a 7);

\overline{C} = Média geral do corpo para os provadores (variando de 1 a 5);

\overline{A} = Média geral da acidez para os provadores (variando de 1 a 5);

\overline{AR} = Média geral do aroma para os provadores (variando de 1 a 5);

\overline{S} = Média geral do sabor para os provadores (variando de 1 a 5);

4.6.1 Mucilagem, Bebida e Corpo

O ponto central deste trabalho estuda a relação do teor de mucilagem residual do CD com a bebida e o corpo resultante.

Para estudar esta relação elaborou-se o Quadro 10, onde são mostradas as médias dos valores das avaliações sensoriais da bebida (\overline{B}) e do corpo (\overline{C}). Para efeito de comparação obteve-se os parâmetros estatísticos: estimativa da média (\overline{X}), estimativa do desvio padrão (σ), estimativa do coeficiente de variação (CV) e a amplitude total (at).

Quadro 10 - Médias gerais dos 3 provadores, para as características bebida e corpo dos lotes agrupados de 3 em 3 para cada regulagem, testemunhas e os respectivos parâmetros estatísticos.

LOTES (Nº)	R (Nº)	$\overline{TM'(g)}$	\overline{B}	\overline{C}
1 2 3	1	0,05	5,1	2,0
4 5 6	2	0,13	4,7	3,2
7 8 9	3	0,03	5,1	2,8
10 11 12	4	0,13	5,1	3,2
T 1	-	0,25	4,7	3,7
T 2	-	0,00	5,3	1,3
Parâmetros Estatísticos* Somente dos 12 Lotes Processados: - X		0,09	5,00	2,98
- σ		0,04	0,22	0,57
- CV		50%	5%	19%
- at		0,10	0,60	1,2

LEGENDA:

LOTES = Número dos lotes agrupados de 3 em 3 e as duas testemunhas;

R = Número das regulagens de cada agrupamento de lotes;

\overline{TM} = Taxa média de mucilagem residual do CDD em cada regulagem;

\overline{B} = Média geral dos três provadores para característica bebida (variando de 1 a 7);

\overline{C} = Média geral dos três provadores para característica corpo (variando de 1 a 5);

* Para o cálculo dos parâmetros estatísticos não foram computados os valores dos lotes T1 e T2.

A análise dos parâmetros estatísticos do Quadro 10 a partir dos 12 lotes estudados mostra que, enquanto o coeficiente de variação do teor de mucilagem residual é de 50% , o da bebida variou de apenas 5%, mostrando que em todas as situações, mesmo para os lotes testemunhas (T1 e T2), não houve influencia na bebida pelo teor de mucilagem residual.

Por outro lado, analisando os valores de \overline{TM} e de \overline{C} , verifica-se que conforme aumenta o teor de mucilagem também aumenta o valor atribuído a característica corpo, tendo este um coeficiente de variação de 19%.

Confirmando os experimentos de Ferraz et al. (1959), que pela primeira vez relacionaram a característica de corpo com a mucilagem do café cereja descascado.

Para melhor visualizar a relação entre \overline{TM} , \overline{B} e \overline{C} , construiu-se o gráfico da Figura 28.

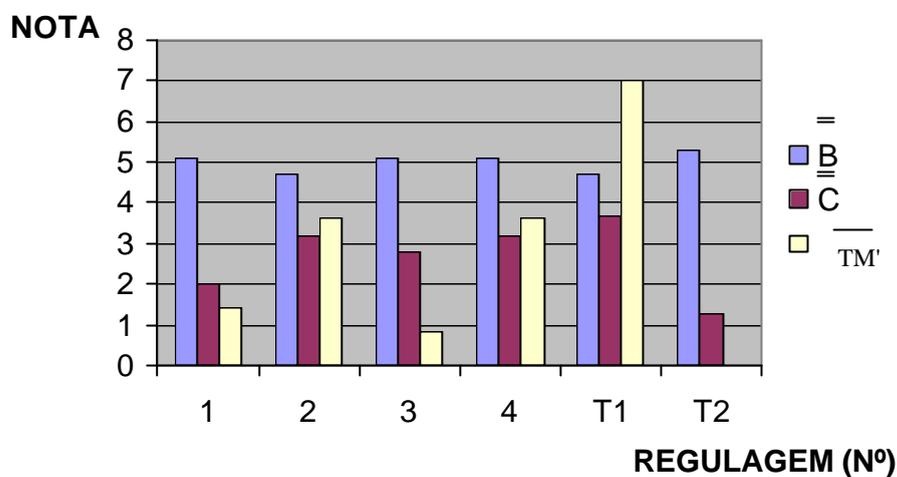


Figura 28: Gráfico mostrando a relação entre a porcentagem de mucilagem residual e as características bebida e corpo do CD.

A testemunha 1 com toda a mucilagem natural apresentou maior valor 3,7 e a testemunha 2, café despolpado, apresentou a menor nota na característica corpo 1,3.

Desta forma é possível pensar em se produzir um café com característica de corpo controlada conforme os mercados que se deseja atingir.

Estes resultados concordam com os de Mori (2001) que relatou em seus estudos que o processamento do café via cereja descascado, em que existe a separação de grãos verdes, com despolpamento dos grãos cerejas, mas sem a remoção da mucilagem, no qual o pergaminho é secado com mucilagem, apresenta bom corpo. No caso dos cafés produzidos pela via úmida, que também faz a separação dos verdes, mas remove a mucilagem, a bebida é suave, porém apresenta menos corpo.

4.6.2 Mucilagem, Acidez, Aroma e Sabor

As possíveis relações da taxa de mucilagem residual na acidez, no aroma e no sabor estão anotados no apêndice (Quadros 1A e 2A) e no Quadro 11.

Quadro 11 - Médias gerais dos três provadores para as características acidez, aroma e sabor dos lotes agrupados de 3 em 3, para cada regulagem, testemunha e os respectivos parâmetros estatísticos.

LOTES	R (Nº)	— TM' (g/g)	= A	== AR	= S
1 2 3	1	0,05	1,9	2,1	2,3
4 5 6	2	0,13	2,7	1,7	2,3
7 8 9	3	0,03	3,0	1,3	2,2
10 11 12	4	0,13	2,7	1,4	2,7
T1	-	0,25	1,7	1,3	2,7
T2	-	0,00	1,7	1,3	2,2
Parâmetros Estatísticos Somente dos 12 Lotes Processados:					
	- X	0,09	2,28	1,52	2,4
	- σ	0,04	0,53	0,3	0,23
	- CV	50%	23%	20%	10%
	- at	0,10	1,3	0,8	0,5

LEGENDA: LOTES = Número dos lotes agrupados de 3 em 3 e as duas testemunhas;

R = Número das regulagens de cada agrupamento de lotes;

TM' = Taxa média de mucilagem residual do CDD em cada regulagem;

A = Média geral dos três provadores para a acidez (variando de 1 a 5)

AR = Média geral dos três provadores para o aroma (variando de 1 a 5)

S = Média geral dos três provadores para o sabor (variando de 1 a 5)

Analisando os dados do Quadro 11, verifica-se que os valores da

acidez e do aroma nas testemunhas (T1 e T2) foram idênticos e para a característica sabor, teve uma variação de 18%. Por outro lado, os valores obtidos para os lotes agrupados nas 4 regulagens não caracterizam uma tendência, fazendo-se supor que o teor de mucilagem residual não teve influencia direta nestas características.

Entretanto, a Figura 29 mostra um fato importante, isto é, que os lotes agrupados nas 4 regulagens mantém a presença das características de acidez, aroma e sabor, essenciais aos cafés especiais e compatíveis com a região de origem.

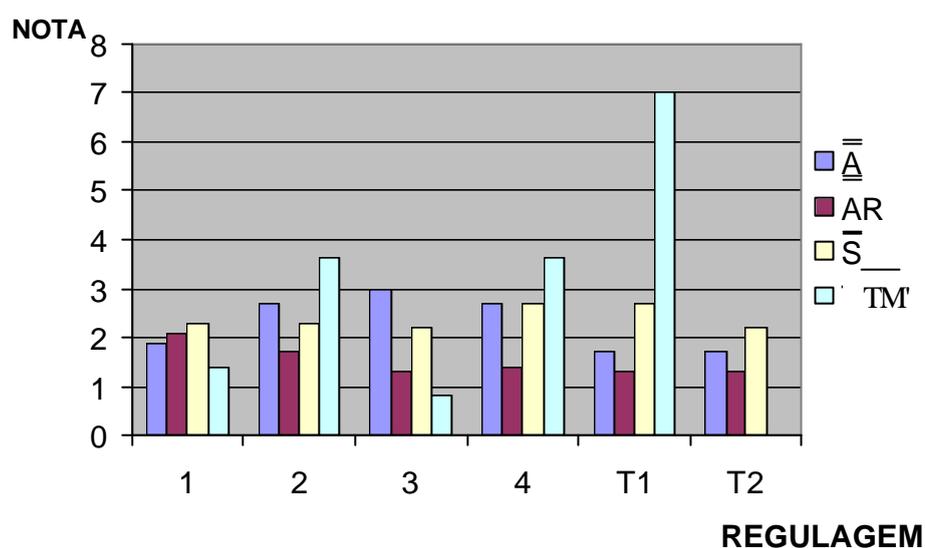


Figura 29: Gráfico mostrando a relação entre a porcentagem de mucilagem residual e as características acidez, aroma e sabor do CD.

Concordando com Zambolim (2000) onde em seus estudos relata que, "os cafés especiais são aqueles que apresentam origem definida não só de país mas de local de produção, a fazenda ou a região. Esta origem, normalmente, é associada ao material genético

tradicionalmente utilizado, ao clima, à topografia, ao ecossistema, ao solo, aos tratos culturais, às práticas de beneficiamento e de armazenamento locais".

4.7. Resíduos

O resultado da análise química das amostras de casca úmida coletadas durante o experimento está representado no Quadro 12.

Quadro 12 - Determinações analíticas das amostras de casca úmida coletadas durante o período do experimento.

DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS		AO NATURAL (%)	RESULTADO (%) BASE SECA (110°)
Nitrogênio total		0,40	1,75
Fósforo	Solúvel em água		
(P ₂ O ₅)	Solúvel em água + Citrato Neutro de Amônio		
	Solúvel em Ácido Cítrico a 2%		
	Total	0,069	0,30
Potássio Total (K ₂ O)		1,00	4,37
Densidade (g/ml)			
Umidade (110°)		77,00	
Matéria Orgânica (550° C)		17,94	78,00
Carbono Total		9,97	43,33
Cálcio Total		0,069	0,30
Magnésio Total		0,021	0,09
Enxofre Total		0,028	0,12
		mg/kg	mg/kg
Zinco Total		2,00	0,00
Manganês Total		4,00	18,00
Cobre Total		25,00	12,00
Ferro Total		46,00	110,00
Sódio Total		46,00	200,00
PH (CaCl ₂ 0,01M)		4,20	
Relação C/N (C total e N total)		25/1	25/1
Inertes (%)			

De acordo com o resultado da análise, verificou-se que a casca úmida é rica em macro nutrientes, micro nutrientes e matéria orgânica essenciais para os vegetais.

O resultado da análise química das amostras de água utilizadas durante o processamento estão representadas no Quadro 13.

Quadro 13 - Análise química do carbono orgânico total (TOC) de amostras coletadas em três pontos diferentes do processamento.

Número	Pontos de Coleta	TOC (ppm)
1	Água que sai junto com os frutos verdes	31,35
2	Água do processamento coletada antes de passar pelo desmucilador mecânico vertical	56,70
3	Água do processamento coletada após a passagem pelo desmucilador mecânico	8.107,50

Observamos que a água que foi coletada após a passagem pelo desmucilador mecânico apresenta um alto índice de carbono orgânico total.

Tanto a casca quanto a água residual, se devolvidas diretamente aos cursos de água sem tratamento, podem causar sérios impactos ambientais.

Porém estes resíduos, se tratados, podem ser utilizados como alimento para ruminantes, suínos, outras espécies e também como adubo orgânico.

Concordando com os estudos de Roa (1999), que relatou que a casca úmida, juntamente com a mucilagem e a água residual, podem ser utilizadas como substrato no processo de vermicompostagem e serem transformadas em húmus em curto período de tempo.

Concordando também com Braham e Bressani (1979), que relataram em seus estudos que a polpa, mucilagem e água residual, após passarem por tratamentos físicos e químicos, podem ser utilizadas como alimento para ruminantes, suínos e outras espécies.

4.8. Consumo Específico de Energia na Secagem do CD

Uma das operações mais delicadas e de maior consumo de energia no processamento do CD é a secagem. No caso deste trabalho, utilizou-se um Secador recém lançado pela Pinhalense Máquinas Agrícolas S/A, cujo o desempenho ainda necessitava ser avaliado. Como contribuição a esse estudo, foram organizados, no Quadro 14, os dados necessários para calcular o consumo específico da lenha.

Quadro 14 - Consumo específico de lenha

Lote N ^o	R	MPPS (kg)	U(%)	MPS (kg)	T(°C)	Uf(%)	CL (kg)	CEL (kg/kg)	<u>CEL</u>	
1	1	570,0	43,0	367,0	40	11,4	402	1,98	1,33	
2		960,0	44,8	600,5	40	1,7	395	1,10		
3		979,0	39,9	657,5	40	10,4	384	1,19		
4	2	805,5	44,1	505,0	40	10,9	493	1,64		
5		992,0	45,7	605,0	40	11,0	392	1,01		
6		869,0	37,2	609,5	40	11,2	374	1,44		
7	3	805,0	41,1	528,5	40	10,3	321	1,16		
8		892,5	37,2	637,0	40	12,0	244	0,95		
9		-	-	-	-	11,0	-	-		
10	4	959,0	57,9	459,0	40	12,0	359	1,80		
11		1008,5	42,8	655,0	40	12,0	382	1,08		
12		-	-	-	-	10,9	-	-		
13	Test 1	-	-	-	-	10,1	-	-		
14	Test 2	-	-	-	-	12,1	-	-		

R- Regulagens dos lotes agrupados

MPPS = Massa de CD pós pré-secagem (kg)

U(%)- Umidade da massa após a pré secagem

MPS = Massa de CD pós secagem (kg)

T(°C)- Temperatura de secagem na massa de grãos

Uf(%)- Umidade final da massa

CL - Consumo de lenha (kg)

CEL - Consumo específico de lenha (kg lenha/kg H₂O evaporada)

$$\overline{CEL} = CL / (PMPS - PMS) \text{ (kg/kg)}$$

\overline{CEL} - Consumo médio de lenha

$$\overline{CEL} = \sum CEL / n \text{ (kg/kg)}$$

obs: Os lotes número 9 e 12, foram secos somente no terreiro. As testemunhas T1 e T2, foram

secas em terreiro à sombra.

Admitindo-se um valor de 3687 kcal / kg (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR, 2001) para o poder calorífico inferior da lenha usada, verifica-se que o consumo específico médio de energia CEE é:

$$CEE = 1,33 \times 3687 = 4904 \text{ kcal / kg de H}_2\text{O}$$

Valor esse, compatível com os dados de literatura.

Rossi et al. (1980) citando Hall (1957) informa que, o calor latente de vaporização da água para grãos de produtos agrícolas, entre 15 e 35 % de umidade, é de 700 kcal / kg H₂O evaporada. Desta forma, o Rendimento Energético Total (RE) está em torno de:

$$RE = (700 / 4904) \times 100 = 14\%$$

Por outro lado, Biagi e Dalbello (1995) citando Nellist (1982) informa que, a maioria dos secadores requer de 836 a 2389 kcal/ kg H₂O evaporada.

. Levando-se em consideração a excelência da operação executada, produzindo uma seca uniforme, sem danificar o pergaminho e o alto valor agregado dos cafés especiais, pode-se afirmar que esse valor é perfeitamente aceitável e verifica-se assim, que o secador rotativo utilizado, esta trabalhando com parâmetros aceitos para a operação de secagem.

4.9. Mucilagem e Manuseabilidade do CD

No processamento do CD foi utilizada água afim de transportar as cerejas, os grãos pergaminhos durante as operações do descascamento e desmucilagem

mecânica. Nesta operação a mucilagem foi removida por fricção à medida que o pergaminho subia no cilindro. A água que foi injetada em dosagens variadas, teve a função de lubrificar e lavar a mucilagem que sai pela base da máquina.

O pergaminho com o teor de mucilagem residual parcial, saiu pela parte superior da máquina, juntamente com parte da água de transporte e a água que foi injetada no desmucilador mecânico.

Nessas condições constatou-se que era impossível encaminhar essa massa diretamente para o secador mecânico, sendo necessária uma pré-secagem em terreiro, apenas o suficiente para garantir a sua manuseabilidade no secador. No Quadro 15, tem-se os dados de caracterização do processo de pré-secagem e secagem dos lotes.

Quadro 15 - Caracterização do processo de pré - secagem e secagem dos lotes

Lote No.	R	MPPS (kg)	U(%)	TPS (h)	MPS (Kg)	TS (h)	Uf (%)
1	1	570,0	43,0	6	367,0	26,0	11,4
2		960,0	44,8	6	600,5	25,0	11,7
3		979,0	39,9	6	657,5	20,8	10,4
4	2	805,5	44,1	24	505,0	25,0	10,9
5		992,0	45,7	6	605,0	29,0	11,0
6		869,0	37,2	24	609,5	22,5	11,2
7	3	805,0	41,1	24	528,5	20,5	10,3
8		892,5	37,2	48	637,0	16,5	12,0
9		-	-	-	-	96,0	11,0
10	4	959,0	57,9	8	459,0	22,0	12,0
11		1008,5	42,8	6	655,0	26,0	12,0
12		-	-	-	-	60,0	10,9
13	Test 1	-	-	-	-	60,0	10,1
14	Test 2	-	-	-	-	60,0	12,1

R- Regulagens em cada agrupamento de Lotes

MPPS - Massa após pré-secagem

U(%)- Umidade da massa após pré-secagem

TPS - Tempo de pré-secagem

MPS - Massa após secagem

TS - Tempo de secagem

Uf(%)- Umidade final da massa

obs: Os lotes número 9 e 12, foram secos somente no terreiro. As testemunhas T1 e T2, foram secas em terreiro à sombra.

Observou-se que para escorrer um produto após a desmucilagem, esparramando-o em camadas finas e rodando-o de hora em hora no terreiro é uma operação dispendiosa e que pode danificar o pergaminho. Desta forma, identificou-se aqui, a necessidade de uma operação a ser estudada e equipamentos especiais desenvolvidos para automatizá-la.

O tempo da pré-secagem, foi somente o necessário para a massa de CD enxugar, não formar crostas, pelotas e nem grudar nas paredes do secador.

Mesmo rodando a massa de hora em hora, o tempo da pré-secagem foi influenciado diretamente pelas condições climáticas.

Durante o experimento, constatou-se que 6 horas de radiação solar, foi o menor tempo para promover as condições ideais de manuseabilidade do produto no secador.

Também constatou-se, que nos tratamentos com menos mucilagem residual, havia uma tendência para o produto enxugar em menor tempo.

Os lotes de número 9 e 12, foram secos somente no terreiro porque o secador estava cheio no momento de suas secas.

5. CONCLUSÕES

Dentro das limitações de um trabalho que analisou operações de campo no cotidiano de uma propriedade agrícola, os resultados obtidos permitiram várias conclusões deixando porém, alguns aspectos como objetos para futuras pesquisas.

5.1. Conclusões

A bebida e o corpo dos cafés analisados não tiveram laudos unânimes dos três provadores que qualificaram os lotes, nem mesmo do próprio provador nos lotes desmucilados com a mesma regulagem, demonstrando que ou os lotes não são uniformes ou os critérios subjetivos adotados na avaliação são imprecisos. Considerando-se porém a tendência dos resultados dos testes de qualidade da bebida, verifica-se que de uma maneira

geral o processo CD conseguiu garantir uma bebida de dura para melhor, sendo na maioria das vezes apenas mole e que a variação do teor de mucilagem residual ($CV = 50\%$) pouco influenciou na bebida ($CV = 5\%$). Quanto ao corpo, os resultados indicaram que existe uma relação direta entre o teor de mucilagem residual (TM) e o encorpamento da bebida, fato da maior relevância na produção de cafés especiais.

Os teores médios de mucilagem total (\overline{TM}); Mucilagem residual parcial ($\overline{TM'}$), desmucilagem (\overline{TD}), e de desmucilagem específica (\overline{TED}), mostraram a eficiência e o controle da operação do desmucilador e da metodologia para obtê-los. Diante disto, conclui-se que quanto menor o valor de VA, maior a influência de H (na faixa estudada) no valor de TED.

Apesar de extremamente árdua a operação de escorrer o CD estendendo-o no terreiro, observou-se que 6 horas, é o mínimo de pré-secagem para que a massa de café tenha boa manuseabilidade no secador. Paralelamente a isso, fica clara a necessidade de novas pesquisas que tornem automática essa operação ou desenvolva secadores que aceitem o CD desmucilado ou não, diretamente.

A média do consumo específico de energia na secagem, em torno de 4904 kcal / kg H₂O evaporada é aceitável, principalmente levando-se em conta a qualidade da secagem e o valor agregado no CD.

A análise dos resíduos, casca e água ainda reafirmaram a preocupação demonstrada por vários pesquisadores em relação a poluição ambiental gerada no processamento do café e a necessidade de tratamento destes resíduos.

5.2. Sugestões para Futuras Pesquisas

A análise do perfil dos lotes utilizados, mostrando a mistura de variedades, a variação de percentagens de verdes, cereja e bóia, levam a concluir que em futuras pesquisas deve-se fixar a variedade, material genético, solo, tratos culturais, a localização quanto a face de exposição à radiação solar, o espaçamento, inclinação do terreno afim de padronizar os lotes processados evitando-se possíveis fontes de variação que poderiam influenciar nos resultados obtidos. Posteriormente, segundo recomendações de especialistas o café deve ser bebido com peneira 16 acima. Além disso, o leque de características bebida, corpo, acidez, aroma e sabor deve ser ampliado e padronizado com maior precisão para os provadores.

Os especialistas alertaram ainda que, muitos dos fatores responsáveis pelo "flavor" por serem voláteis somente são perdidos a um determinado ponto de torra, não podendo ser notados a meia torra como é feito no teste de xícara.

Novamente observe-se que, o estudo de um equipamento que substitua a operação manual de esparramar o café no terreiro deve ser desenvolvido, automatizando a operação.

Finalmente, não se deve descartar a possibilidade de uma nova forma de processar o café, separando o cereja do café da roça e secando-o "in natura", obtendo o que os maquinistas costumam chamar de "cafés de casca melada", difíceis de descascar, porém quase sempre de ótima bebida e encorpados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H. V. , TEIXEIRA, A. A. Transformações bioquímicas, químicas e físicas do grão de café verde e qualidade da bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, 1975, Curitiba. *Resumos...* Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1975. p.21.

AMORIM, H.V. *Relação entre alguns compostos orgânicos de grão de café verde com a qualidade da bebida.* Piracicaba, 1972. 132p. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queirós", Universidade de São Paulo.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: Argos Comunicações, 2002. 234p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. Fontes alternativas de energia para a agricultura. Brasília: ABEAS/ MEC/ CAPES, 2001. p.22-3.

Módulo1: Parte A Combustão de biomassa. (Curso de especialização à distância).

BIAGI, J. D., OCTAVIANI, J. C. Distribuição do ar à saída de secadores horizontais rotativos em secagens de café cereja descascado desmucilado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, 2001. *Anais...* Foz do Iguaçu: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2001. (editado em CD-ROM)

BIAGI, J. D., DALBELLO, O. Secagem de grãos em altas temperaturas: revisão. In: *Atualização em tecnologia de pós-colheita de grãos*. Campinas: ITAL. 1995. p.95 -109.

BRAHAM, J. E., BRESSANI, R. *Coffee pulp: composition, technology, and utilization*. Ottawa: International Development Reserch Centre, 1979. 95p.

BRANDO, C. H. J. Introdução do café cereja descascado nas regiões cafeeiras do Brasil. Espírito Santo do Pinhal: *Publicação Pinhalense S. A. - Máquinas Agrícolas*, E. S. Pinhal - São Paulo, 1993. 7p.

CARVALHO, V. D., CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. *Inf. Agropecu.*, v. 11, n. 126, p. 79-92, jun.1985.

CARVALHO, V.D., CHAGAS, S. J. R., CHALFOUN, S.M. Fatores que afetam a qualidade do café. *Inf. Agropecu.*, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.

CHAGAS, S. J. R. *Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais*. Lavras, 1994. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

COOXUPÉ, *Produção de Café Cereja Descascado: recomendações gerais*. Guaxupé - Cooxupé, 2000. 12p.: (Boletim Técnico).

COSTA, L. CHAGAS, S. J. R. Gourmets – uma alternativa para o mercado de café. *Inf. Agropecu.*, v. 18, n. 187, p. 63-7, 1997.

CUNHA, M. L. *Estudo da secagem do café cereja descascado pelo processo a ar quente assistido a microondas*. Campinas, 1996. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas.

FERRAZ, M. B., VEIGA, A. A. *Melhor bebida e maior poder germinativo do café*. Diretoria de publicidade agrícola. São Paulo, 1959. 25p.

FLORIANI, C. G. Cafés de Minas, pionerismo em certificação e marketing. *Cad. Téc. Inst. Mineiro Agric.*, n. 4, p.1-36, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Statistical databases*. 2000. Disponível em: < <http://www.fao.org> >. Acesso em: 14 abr. 2002.

GHOSH, B. N., GACANJA, W. A study of the shape and size of wet parchment coffee beans. *J. Agric. Enging Res.*, v. 15, n. 2, p. 91- 9, 1970.

GRAAFF, J. *The economics of coffee*. Wageningen: Pudoc, 1986. p. 1-30.

GUSMÃO, M., VERANO, R. Sabores do café. *Veja*, São Paulo, v.31, n.41, p.130-2, 1998.

HEMERLY, F. X.. *Cadeia produtiva do café no estado de São Paulo: possibilidades de melhoria de sua competitividade no segmento agrícola*. Campinas, 2000. 207p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

HUTT, W., MEIERING, A., OELSCHLAGER, W., WINKLER, E. Grain contamination in drying with direct heating. *Can. Agric. Eng.*, v.20, p.103-7, 1978.

JORDÃO, B. A., OKADA, M., PULZ, F. S., MORI, E. E. M. Secagem do café no secador "Vitória": modificações do protótipo e avaliação posterior do café processado. *Bol. Inst. Tecnol. de Aliment.*, v. 17, n. 2, p.189-204, 1980.

KALLIO, H. Headspace of roasted ground coffee as na indicador of storage time. *Food Chem.*, v.36, p.135-48, 1990.

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

LEITE R. A. *Qualidade tecnológica do café (Coffea arabica L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida”*. Viçosa, 1998(b). 54p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

LEITE, C. A. M. Desafios da cafeicultura no final do século XX. In: AGUIAR, D. D. R., PINHO, J. B., *O agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas*. Brasília: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural , 1998(a). 1086p.

LEITE, C. A. M., SILVA, D M. A demanda de cafés especiais. In: ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa. 2000. p. 51-73.

LEITE, I. P. *Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (Coffea arabica L.)*. Lavras, 1991. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

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

MARIA, C. A. B., TRUGO, L. C., MOREIRA, R. F. A., WERNECK, C. C. Composition of

green coffee fractions and their contribution to the volatile profile formed during roasting. *Food Chem.*, v.50, p.141-145, 1994.

MATIELLO, J. B. *O café do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo, 1991. 320p.

MENEZES, H. C. *Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café*. Campinas, 1990. 120p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

MORI, E. Qualidade técnica e sensorial. *J. Café*, v.10, n.119, p.5, 2001.

PEREIRA, R. G. F. A. *Efeitos da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (Coffea arabica L.) "estritamente mole"*. Lavras, 1997. 96p. Tese (Doutorado em Ciência do curso) – Universidade Federal de Lavras.

PIAGENTINI, A., TOLEDO PIZA, J. A. N. Café cereja descascado: produção e manejo. In: *Manual de orientação do sistema Pinhalense de preparo de café de qualidade*. Espírito Santo do Pinhal: Pinhalense S.A. Maquinas Agrícolas. 2001. 35p.

PIAGENTINI, A., TOLEDO PIZA, J., A. N. Anotações sobre a história do café cereja descascado. Espírito Santo do Pinhal. Acervo da Biblioteca da Pinhalense SA. Máquinas Agrícolas, 2000. (Informações não publicadas).

PIMENTA, C. J. *Qualidade do café (Coffea arabica L.) originado de diferentes frutos colhidos em quatro estádios de maturação*. Lavras, 1994. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras.

PRETE, C. E. C. *Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (Coffea arabica L.) e sua relação com a qualidade da bebida*. Piracicaba: 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) -Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PUZZI, D. *Abastecimento e armazenagem de grãos*. São Paulo: Instituto Campineiro do Ensino Agrícola, 1986. 603p.

ROA, M.G. *Beneficio ecologico del café*. Chinchiná (Colombia): CENICAFÉ, 1999. 300p.

ROSSI, S. T., ROA, G. *Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural*. São Paulo: Ed. Shiguro Watanase, 1980. 295p.

ROTHFOS, B. *Coffee production*. 2nd ed., Gordian-Max - Rieck GmbH. Hamburg, 1985. 366p.

SILVA J. S., RUFFATO, S., LOPES, R. P. Gerenciamento da secagem de café em sistemas combinados. In: ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 91-124.

SILVA, C. G. *Qualidade da bebida do café (Coffea arabica L.) avaliada por análise sensorial e espectrofotometria*. Viçosa, 1997. 44p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, J. N., SOBRINHO CARDOSO, J., FILHO LACERDA, A. F., FERNANDES C. M.

Secadores rotativo horizontal e vertical de fluxos cruzados na secagem de café: análises energética e de qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, 2001. *Anais...* Foz do Iguaçu: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2001. (editado em CD-ROM)

SILVA, J. S., LOPES, R. P., DONZELES, S. M. L., MACHADO, M. C. Custo e gerenciamento da secagem de café em sistemas combinados. In: ZAMBOLIM, L. *Tecnologia de produção de café com qualidade*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 2001(b). p. 475-526.

SIVETZ, M., DESROSIER, N. W. *Coffee technology*. Connecticut: AVI Publishing Company, 1979. 715p.

TANGO, J. S. Utilização industrial do café e dos seus subprodutos. *Bol. do Inst. Tecnol. Aliment.*, n. 28, p.49-71, 1971.

TORRÊS, G. Qualidade: fator determinante para uma cafeicultura moderna. *Inf. Agropecu.*, v.18, n.187, p.3, 1997.

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

VIEIRA, G. *Secagem intermitente de café (Coffea arabica L.) em secadores de fluxo cruzado e em secador experimental de camada fixa*. Lavras, 1994. 91p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras.

ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 396p.

ZAMBOLIM, L. *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.

APÉNDICE

QUADRO 1A - Valores médios das características avaliadas pelos três provadores no teste sensorial

LOTE	T	TM' (g)	BEBIDA (B)				CORPO (C)				ACIDEZ (A)				AROMA (AR)				SABOR (S)				
			$\bar{B1}$	$\bar{B2}$	$\bar{B3}$	\bar{B}	$\bar{C1}$	$\bar{C2}$	$\bar{C3}$	\bar{C}	$\bar{A1}$	$\bar{A2}$	$\bar{A3}$	\bar{A}	$\bar{AR1}$	$\bar{AR2}$	$\bar{AR3}$	\bar{AR}	$\bar{S1}$	$\bar{S2}$	$\bar{S3}$	\bar{S}	
1	1	0.05	5.3	6	4	5.1	1.7	2.3	2	2.0	3	1.7	1	1.9	1	2.3	2	2.1	2.7	2.3	2	2.3	
2																							
3																							
4	2	0.13	4.0	6	4	4.7	4.7	2.0	3	3.2	4	1.0	3	2.7	1	2.0	2	1.7	2.0	2.0	3	2.3	
5																							
6																							
7	3	0.03	5.3	6	4	5.1	4.0	2.3	2	2.8	2	4.0	3	3.0	1	2.0	1	1.3	2.7	2.0	2	2.2	
8																							
9																							
10	4	0.13	5.3	6	4	5.1	4.0	2.7	3	3.2	3	3.0	2	2.7	1	2.3	1	1.4	3.0	2.0	3	2.7	
11																							
12																							
13	Test	0.25	4.0	6	4	4.7	4	3.0	4	3.7	1	3.0	1	1.7	1	3.0	1	1.3	2.0	3.0	3	2.7	
14	Test	0.00	6.0	6	4	5.3	1	2.0	1	1.3	1	3.0	1	1.7	1	3.0	1	1.3	3.0	2.0	1	2.0	

T - Tratamento;

\bar{TM}' - Taxa média de mucilagem do CDD no T

$\bar{B1}$ - Média da bebida para o provador 1

$\bar{B2}$ - Média da Bebida para o provador 2

$\bar{B3}$ - Média da Bebida para o provador 3

\bar{B} - Média Geral da bebida para os provadores

$\bar{C1}$ - Média do corpo para o provador 1

$\bar{C2}$ - Média do corpo para o provador 2

$\bar{C3}$ - Média do corpo para o provador 3

\bar{C} - Média geral do corpo para os provadores

$\bar{A1}$ - Média da acidez para o provador 1

$\bar{A2}$ - Média da acidez para o provador 2

$\bar{A3}$ - Média da acidez para o provador 3

\bar{A} - Média geral da acidez para os provadores

\bar{AR} - Média do aroma para o provador 1

$\bar{AR2}$ - Média do aroma para provador 2

$\bar{AR3}$ - Média do aroma para provador 3

\bar{AR} - Média geral do aroma para os provadores

$\bar{S1}$ - Média do sabor para o provador 1

$\bar{S2}$ - Média do sabor para o provador 2

$\bar{S3}$ - Média do sabor para o provador 3

\bar{S} - Média geral do sabor para os provadores

QUADRO 2A - Notas dadas pelos três provadores para as características avaliadas no teste sensorial.

LOTE	T	TM' (g)	BEBIDA (B)			CORPO (C)			ACIDEZ (A)			AROMA (AR)			SABOR (S)		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	1	0.05	5	6	4	1	3	1	1	3	1	1	3	1	3	3	1
2		0.05	6	6	4	3	2	1	4	1	1	1	2	1	2	2	1
3		0.06	5	6	4	1	2	4	4	1	1	1	2	4	3	2	4
4	2	0.13	4	6	4	4	2	4	4	1	4	1	2	4	2	2	4
5		0.13	4	6	4	5	2	4	4	1	4	1	2	1	2	2	4
6		0.13	4	6	4	5	2	1	4	1	1	1	2	1	2	2	1
7	3	0.04	4	6	4	5	2	1	4	4	1	1	2	1	2	2	1
8		0.03	4	6	4	4	2	4	1	4	4	1	2	1	3	2	4
9		0.03	6	6	4	3	3	1	1	4	4	1	2	1	3	2	1
10	4	0.13	6	6	4	3	2	1	3	4	4	1	2	1	3	2	1
11		0.12	4	6	4	4	3	4	3	4	1	1	2	1	3	2	4
12		0.13	6	6	4	5	3	4	3	1	1	1	3	1	3	2	4
13	Test	0.25	4	6	4	4	3	4	1	3	1	1	3	1	2	3	3
14	Test	0.00	6	6	4	1	2	1	1	3	1	1	3	1	3	2	1

T - Tratamento

TM'- Taxa de mucilagem residual do CDD

P1 - Provador 1

P2 - Provador 2

P3 - Provador 3

Quadro 1B - Umidade relativa ambiente durante o período do experimento:

Dia	UR (%) Mínima	UR (%) Máxima	UR (%) Média
10/8	32	60	46
11/8	30	62	46
12/8	34	68	51
13/8	36	70	53
14/8	36	66	51
15/8	36	66	51
16/8	32	69	50,5
17/8	32	80	56
18/8	38	62	50
19/8	40	79	59,5
20/8	30	60	45
21/8	34	60	47
22/8	30	79	54,5
23/8	60	82	71
24/8	60	88	74
25/8	38	80	59
26/8	42	82	62
27/8	50	82	66
28/8	46	84	65
29/8	64	82	73
30/8	50	82	66
31/8	40	58	49
01/9	42	60	51
02/9	32	60	46
03/9	32	60	46
04/9	30	62	46
05/9	34	60	47
06/9	32	62	47
07/9	34	66	50
TOTAL	38,8	70	54,4

Obs: UR (%) Média Total durante o período do experimento: 54,4

Quadro 2B - Temperatura ambiente (°C) durante o período do experimento.

Dia	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Média (°C)
10/8	12	16	14
11/8	15	21	18
12/8	12	21	16,5
13/8	12	20	16
14/8	11	21	16
15/8	11	22	16
16/8	12	24	18
17/8	13	22	17,5
18/8	13	22	17,5
19/8	14	24	19
20/8	14	23	18,5
21/8	15	23	19
22/8	13	25	19
23/8	13	15	14
24/8	15	21	18
25/8	14	22	18
26/8	14	25	19,5
27/8	16	22	19
28/8	13	25	19
29/8	14	16	15
30/8	14	20	17
31/8	15	24	19,5
01/9	16	24	20
02/9	16	25	20,5
03/9	15	23	19
04/9	16	25	20,5
05/9	15	25	20
06/9	17	27	22,
07/9	18	29	23,5
TOTAL	19	22,5	18,3