

COMPONENTES DA PAREDE CELULAR DE CAFÉS (*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO ENSACADOS POR DIFERENTES PERÍODOS

Caroline Lima Angélico¹; Carlos José Pimenta²; Sára Maria Chalfoun³; Sílvio Júlio de Resende Chagas⁴, Yasmin Chalfoun⁵, Tamara Cubiaki Pires⁶

¹ Doutoranda, Depto. Ciência dos Alimentos – UFLA – Caixa Postal, 3037 - cep: 37200-000 – Lavras – MG, carolineoi@oi.com.br

² Professor Adjunto, Depto. Ciência dos Alimentos – UFLA – Caixa Postal 3037 – cep: 37200-000 – Lavras – MG, carlos.pimenta@pq.cnpq.br

³ Pesquisadora, Dra. EPAMIG/CTSM – Caixa Postal, 176 – cep: 37200-000 - Lavras – MG, chalfoun@ufla.br

⁴ Pesquisador, Dr. EPAMIG/CTSM – Caixa Postal, 176 – cep: 37200-000 - Lavras – MG, silviojrc@epamig.br

⁵ Graduanda em Medicina Veterinária – UFLA – cep: 37200-000 – Lavras – MG, chalfoun@ufla.br

⁶ Engenheira Agrônoma – Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 – cep: 37200-000 – Lavras – MG, tamarapires@bol.com.br

RESUMO: Componentes da parede celular em cafés de diferentes estádios de maturação, previamente ensacados por diferentes períodos foram analisados antes da secagem com o objetivo de avaliar possíveis alterações nas membranas celulares por ocasião de processos fermentativos. Os constituintes avaliados foram: FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Amostras de frutos de café da cultivar Acaiá foram coletadas no município de Perdões - MG e separadas manualmente após a derriça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). Posteriormente foram acondicionadas em sacos de polietileno trançado e submetidas a cinco tempos de ensacamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias). Após cada período os frutos foram secos no terreiro de cimento e encaminhadas para as análises. Pelos resultados obtidos a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio foram os parâmetros mais sensíveis, indicando degradações nas membranas à partir do segundo dia de ensacamento.

Palavras-Chave: café, ensacamento, estádio de maturação, composição química.

CELL WALL COMPONENTS COFFEE (*Coffea arabica* L.) IN DIFFERENTS STAGES OF MATURATION BAGGED FOR DIFFERENT PERIODS

ABSTRACT: Components of the cell wall of coffees from different stages of maturation, previously bagged for different periods were analysed before drying to evaluate possible changes in cell membranes during the fermentation process. The levels were: FDN, FDA, cellulose, hemicellulose, lignin, electrical conductivity and leaching of K. Samples of fruits of coffee Acaiá cultivar were collected in Perdões city Minas Gerais State and separated manually after harvest in four maturation stages (green / green cane, cherry, pass / dry and mix fruit). After the separation, were packed in bags and submitted to five times of bagging (0, 1, 2, 3 and 4 days). After each period, samples were dried in the yard of cement and sent for analysis. Those results, the parameters of electrical conductivity and leaching of K, were the most sensitive and showed deterioration in the membrane from the second day of bagging.

Keywords: coffee, bagging, level of maturity and chemical composition.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial e como 2º maior mercado consumidor de café e, em 2010, deve ocupar o posto de maior consumidor mundial, visto que o consumo brasileiro de café tem crescido cerca de 5% contra a média mundial de 1,5%, atribuindo este fato à melhoria contínua da qualidade do café oferecido aos consumidores, pelos Programas de Qualidade, além da consolidação do mercado de cafés tipo Gourmet ou Especiais, à percepção do café quanto aos benefícios para a saúde e também às ações de marketing (Associação Brasileira da Indústria de Café, ABIC, 2007). Muito tem sido feito para manter e melhorar a quantidade do café produzido no Brasil, por meio de concursos que vêm premiando os melhores grãos e pagando por eles valores muito acima dos de mercado. Dentre os manejos na pós-colheita, uma das recomendações técnicas mais difundidas é a de que o transporte dos frutos da lavoura para local de secagem

deva ser realizado o mais rapidamente possível, evitando, dessa forma, que fiquem amontoados na área de produção, evitando problema de fermentação, que segundo alguns autores acontece de maneira mais intensa quanto maior for a umidade dos frutos e se mostra como um dos principais fatores de risco à qualidade.

Fatores não desejáveis como chuvas na colheita; dificuldades de transporte dos frutos para o local de secagem; mau dimensionamento do terreiro e a não disponibilidade de secadores mecânicos pela maioria dos produtores, faz com que os frutos permaneçam ensacados na lavoura por até alguns dias. Assim, esse estudo objetivou avaliar a ocorrência de alterações na parede celular de frutos de café ensacados por até 4 dias em diferentes estádios de maturação, através das análises de FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, condutividade elétrica e lixiviação de potássio visando observar alterações nesses componentes e possível comprometimento na qualidade e segurança da bebida de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em amostras de café provenientes de duas colheitas consecutivas nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. A lavoura de café onde foram coletadas as amostras está localizada na Fazenda Estância da Lagoa, no município de Perdões - MG. Frutos de café da cultivar Acaia foram coletados e separados manualmente após a derrça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). Para cada estádio, foram separados 120 litros de frutos, sendo cada repetição composta por 40 litros. Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de espera antes da secagem em terreiro (T0, T1, T2, T3 e T4 correspondendo a 0, 1, 2, 3 e 4 dias). Após cada período, os frutos foram secados em terreiro de cimento até atingirem cerca de 12% de umidade e posteriormente foram encaminhados para a realização das análises no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides Carvalho pertencente a EPAMIG/CTSM e no Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciência dos Alimentos - UFLA. As análises químicas foram: **Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)**: determinadas pelo método de Van Soest (1967), descrito por Silva (1998); **Celulose** - determinada pela diferença entre FDA e Lignina (Silva 1998); **Hemicelulose**: determinada pela diferença entre FDN e FDA (Silva, 1998); **Lignina** - determinada a partir da FDA pelo método de Van Soest (1967), descrito por Silva (1998); **Condutividade Elétrica e Lixiviação de Potássio**: determinadas segundo Prete (1992); **Análise estatística**: o delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) num fatorial de 5 x 4 (5 tempos de ensacamento x 4 estádios de maturação). Após a obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância. Para comparação das médias entre os diferentes estádios de maturação foi aplicado o teste de Scott-Knott e para observar a influência do ensacamento nos diferentes tempos, foi utilizado o teste de Regressão. Ambos foram realizados utilizando-se o programa SISVAR, segundo a metodologia proposta por (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)

Somente os tempos de ensacamento não foram capazes de influenciar os teores médios de FDN, porém diferenças significativas nos valores desse parâmetro entre os diferentes estádios de maturação, bem como a interação entre os estádios nos vários tempos de ensacamento foram detectadas (Tabela 1).

TABELA 1 Valores de FDN (%) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	53,87 B	54,50 B	57,73 A	56,05 A
1	53,40 B	52,80 B	58,38 A	55,48 B
2	52,27 B	56,23 A	56,70 A	56,27 A
3	52,91 B	54,93 B	54,05 B	57,67 A
4	54,21 B	54,03 B	56,67 A	57,52 A
CV (%) = 3,84				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Observa-se que em todos os tempos de ensacamento estudados, o teor médio de FDN, foi menor no estádio de maturação verde/verde cana e cereja em relação aos demais. Nas parcelas passa/seco e mistura, os valores médios foram superiores na maioria dos tempos. A FDN é constituída basicamente de celulose,

hemicelulose e lignina (Silva, 1998), portanto quanto maior o estágio de maturação, maior o teor de lignina (Tabela 3), o que justifica os menores valores na fração verde/verde cana e cereja e maiores valores no estágio passa/seco e na fração mistura, já que esta última possui frutos passa/seco na sua constituição. Os valores médios estão abaixo da faixa de 59,85% a 60,87% encontrada por Pimenta (2001), que avaliou o ensacamento de frutos de café por até 7 dias e encontrou valores sem tendência definida de variação entre os tempos.

FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)

Nessa fração, constituída basicamente por celulose e lignina, não foram encontradas diferenças significativas para nenhum dos tratamentos, indicando que os diferentes estádios de maturação (Tabela 2), os diferentes tempos de ensacamento (Tabela 2) e a interação entre eles, não alteraram essa variável.

TABELA 2 Influência dos estádios de maturação e do ensacamento sobre os teores de FDA (%) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	FDA (%)	Tempos de ensacamento (dias)	FDA (%)
Verde/verde cana	25,80 A	0	25,89 A
Cereja	25,99 A	1	25,91 A
Passa/seco	26,05 A	2	25,88 A
Mistura	25,82 A	3	25,98 A
		4	25,92 A
CV (%) = 2,75			

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

CELULOSE

Os teores médios de celulose diferiram apenas entre os estádios de maturação e encontram-se inseridos na Tabela 3, podendo-se observar que o maior teor desse parâmetro foi encontrado na fração verde/verde cana.

A diminuição na firmeza de frutos durante o amadurecimento tem sido atribuída a modificações e à degradação dos componentes da parede celular tais como celulose, hemiceluloses e pectinas, o que, de certa forma, justifica os resultados obtidos no presente estudo. Trabalhos relacionados aos componentes da parede celular em grãos de café são muito escassos. Pimenta (2004), avaliando o efeito da amontoa em frutos de café por até 7 dias, não encontrou variação definida nos valores de celulose até 5 dias de espera dos frutos para secagem, com diminuição no sexto e sétimo dia de repouso.

TABELA 3 Valores de celulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Celulose (%)*
Verde/Verde cana	21,2 A
Cereja	20,1 B
Passa/Seco	20,3 B
Mistura	20,1 B
CV (%) = 3,03	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

HEMICELULOSE

Para a fração hemicelulose, os valores médios encontrados não diferiram estatisticamente entre os estádios de maturação (Tabela 4) e entre os diferentes períodos de ensacamento (Tabela 4). Esses resultados indicam que o avanço no estágio de maturação não promoveu alterações nos teores médios dessa variável e o não comprometimento da integridade dessa fibra em virtude dos processos fermentativos ocorridos nos frutos.

TABELA 4 Influência dos estádios de maturação e do ensacamento sobre os teores de hemicelulose (%) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Hemicelulose (%)	Tempos de ensacamento (dias)	Hemicelulose (%)
Verde/verde cana	30,33 A	0	29,00 A
Cereja	29,27 A	1	30,13 A
Passa/seco	30,33 A	2	30,00 A
Mistura	30,00 A	3	30,53 A
		4	30,25 A
CV (%) = 8,79			

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

LIGNINA

Os teores de lignina encontrados nos grãos de café de diferentes estádios de maturação estão representados na Tabela 5. Diante dos resultados, pode-se observar que houve diferença significativa somente entre os estádios de maturação estudados.

TABELA 5 Valores de lignina (%) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Lignina (%)*
Verde/Verde cana	4,60 B
Cereja	5,72 A
Passa/Seco	5,71 A
Mistura	5,70 A
CV (%) = 6,77	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os estádios de maturação cereja e passa/seco e a fração mistura diferiram do estádio verde/verde cana, que apresentou valor para lignina inferior. Segundo Bobbio & Bobbio (2001), com o envelhecimento do vegetal, a pectina é enzimaticamente degradada com perda de rigidez do material estrutural, em parte compensada pela formação da lignina que torna o tecido vegetal duro. Os valores encontrados estão acima do proposto por Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997) que é de cerca de 2% de lignina em café verde e abaixo dos encontrados por Pimenta (2001) que verificou teores na faixa de 7,13% a 7,8% em cafés amontoados por até 7 dias.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

TABELA 6 Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	334,78 A	156,04 D	197,90 B	173,64 C
1	379,42 A	161,04 D	195,05 B	186,24 C
2	393,22 A	158,84 C	194,92 B	195,86 B
3	395,93 A	169,55 C	194,67 B	200,83 B
4	398,49 A	176,04 C	190,97 B	194,56 B
CV (%) = 1,70				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Diversos estudos colocam a Condutividade Elétrica como um importante parâmetro no que diz respeito à qualidade dos grãos (Prete, 1992; Chagas et al., 2007; Borém et al., 2007), relacionando esta análise com a integridade das membranas celulares em virtude do aumento ou diminuição de íons no soluto. O teste de regressão mostrou que o aumento no tempo de ensacamento promoveu aumento de condutividade elétrica nos estádios cereja e passa/seco e na fração mistura (Figura 1). No estádio de maturação passa/seco, o

ensacamento não alterou os teores dessa variável. A interação entre estágio de maturação e tempo de ensacamento também foi evidenciada (Tabela 6).

Nos estádios verde/verde cana e cereja, o ensacamento promoveu aumento linear nos valores de condutividade elétrica à medida que se aumentou o tempo de ensacamento, porém no estágio cereja, esse aumento foi mais acentuado a partir do tempo 3. A fração mistura também se comportou de forma semelhante, apesar de haver diminuição no teor médio do tempo 4, o que pode ser atribuído à sua constituição. Dessa forma, fica evidenciado que o processo de ensacamento foi prejudicial à integridade dos grãos.

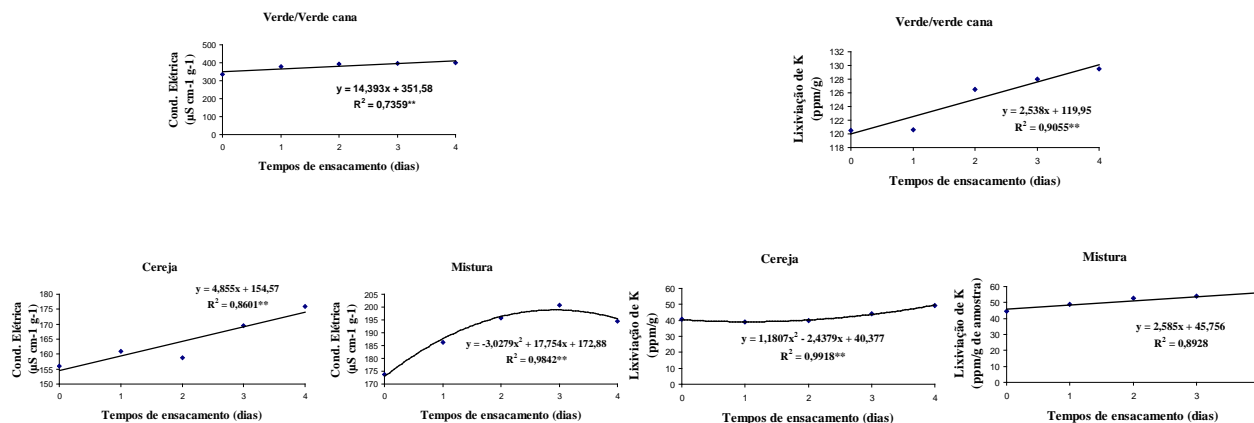


FIGURA 1 Teores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) e lixiviação de potássio (ppm/g) em cafés dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Entre as frações estudadas observou-se que os maiores valores foram atribuídos ao estágio verde/verde cana e os menores ao estágio cereja em todos os tempos de ensacamento.

Durante o crescimento da célula, a membrana primária se mantém relativamente fina e elástica, tornando-se mais grossa e rígida somente após o crescimento ter sido completado, dessa forma, durante seu amadurecimento, são adicionadas novas camadas de celulose à membrana primária, com formação da membrana secundária que se torna menos flexível. Assim, pode-se adotar a suposição de que grãos oriundos de frutos em estágio inicial de maturação tendem a possuir valores mais altos de condutividade elétrica em razão da estruturação das membranas celulares não estar totalmente completa, acarretando maior quantidade de íons no soluto, como observado no estágio de maturação verde/verde cana. Outra suposição seria a maior ocorrência de defeitos nesse estágio.

Os menores valores no estágio de maturação cereja podem indicar membranas celulares mais bem estruturadas por ocasião do ponto ótimo de maturidade fisiológica.

No estágio passa/seco, os valores médios intermediários, porém altos em relação ao estágio cereja indicam que as perdas de água pelos frutos ainda na planta, podem ser interpretadas como um processo capaz de promover desestruturas nas membranas celulares.

LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO

Assim como a condutividade elétrica, a lixiviação de K sofreu influência do ensacamento nos estádios verde/verde cana, cereja e fração mistura (Figura 1) e apresentou diferenças significativas entre os estádios de maturação, bem como interação entre tempos de ensacamento e estádios de maturação (Tabela 7). O potássio é o íon presente em maior quantidade no café, assim, quanto maior o nível de injúrias no grão, maiores serão as perdas de conteúdo celular para a solução, maiores serão os valores de potássio lixiviados presentes no exudato, e conseqüentemente, maiores os valores de condutividade elétrica (Borém et al., 2007).

Diante de muitos trabalhos que correlacionam valores de potássio lixiviado com valores de condutividade elétrica, neste estudo também ficou constatada essa correlação.

TABELA 7 Valores de Lixiviação de K (ppm/g) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	120,53 A	40,51 D	49,95 B	44,36 C
1	120,58 A	38,97 D	49,29 C	48,80 B
2	126,52 A	39,88 D	49,75 C	52,68 B
3	127,98 A	44,30 D	49,49 C	54,21 B
4	129,52 A	49,27 C	49,28 C	54,58 B

CV (%) = 1,40

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

No estágio verde/verde cana o ensacamento promoveu aumento linear nos teores médios de lixiviação de K. Já no estágio cereja e na fração mistura, um maior aumento de íons potássio lixiviados ocorreu a partir do tempo 3 e do tempo 1, respectivamente. Dessa forma, a maior lixiviação de íons K com o aumento no tempo de ensacamento foi indício de perda de qualidade dos grãos. Pimenta (2001), também encontrou valores crescentes a partir do segundo dia com elevação à medida que se elevou o tempo de ensacamento.

Entre os estádios, como na análise de condutividade elétrica (Tabela 6) foram observados maiores teores no verde/verde cana, seguido de passa/seco, mistura e cereja.

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que os parâmetros condutividade elétrica e lixiviação de potássio foram os mais sensíveis, indicando degradações nas membranas a partir do segundo dia de ensacamento.

AGRADECIMENTOS: À CAPES, CNPq, UFLA, EPAMIG/CTSM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ. Exportação de café. 2007. Disponível em: <http://www.abic.com.br/cafe_composicao.html>. Acesso em: 20 jan. 2008.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 143p.

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R.; CHAGAS, S.J.R.; OLIVEIRA, E.C.; SILVA, P. Características químicas e físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) secado em diferentes pavimentações e espessuras de camadas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007. Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia, SP:CBP&D/CAFÉ- EMBRAPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73p.

CHAGAS, S.J.R.; MALTA, M.R.; BORÉM, F.M.; REINATO, C.H. Formas de processamento e secagem visando a melhoria da qualidade do café produzido em pequenas propriedades agrícolas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SP: CBP&D/CAFÉ-EMBRAPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. IN. REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar. p.255-258.

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreno. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.2, p.3-10, 2001. Especial Café.

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R.; JÚNIOR, C.C. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera para secagem. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 26, n.º.2, p.203-209, 2004.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) ESALQ, Piracicaba, SP.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1998. 165p.