

INFLUÊNCIA DA ÉPOCA E NO TIPO DE COLHEITA NA QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

CARVALHO JUNIOR, C.¹; BORÉM, F.M.²; PEREIRA, R.G.F.A.¹; SILVA, F.M.²; HARDOIN, P.R.²;
MORAIS, A.R.³

¹ DCA/UFLA, <cassinho@ufla.br>; ² DEG/UFLA <borem@ufla.br>; ¹ DCA/UFLA, <rosegap@ufla.br>; ² DEG/UFLA, <famsilva@ufla.br>; ² DEG/UFLA; ³ DEX/UFLA, <armorais@ufla.br>

RESUMO: A qualidade do café transformou-se num aspecto imprescindível para a conquista de novos mercados, buscando a consolidação de bebidas com padrões de aromas e sabor. A colheita, entre outros fatores, pode afetar a qualidade final do café. Recentemente, tem-se observado a intensificação da mecanização da colheita do café como resposta à redução dos custos de produção. Parâmetros como índice de desfolha, tempo efetivo de derrça, porcentagem de repasse, rendimento e custos já foram avaliados. Entretanto, parâmetros relacionados à qualidade do café colhido mecanicamente ainda não foram relatados. Com o objetivo de avaliar a influência da colheita na qualidade do café, seis diferentes sistemas de colheita foram estudados: a) derrça mecânica com contato com o chão e recolhimento mecânico, b) derrça mecânica com contato com o chão e recolhimento manual, c) derrça manual com contato com o chão e recolhimento manual, d) derrça mecânica sem contato com o chão e recolhimento mecânico, e) derrça mecânica sem contato com o chão e recolhimento manual e f) derrça manual sem contato com o chão e recolhimento manual. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Fundo, município de Campos Gerais – MG, em três épocas de colheita, caracterizadas em função da porcentagem de frutos verdes (época I, com 14,74% de verde; época II, com 1,71%; e época III, com 0,24%). Após a colheita o café foi lavado, separado em cereja e bóia e seco em terreiro até 11% (b.u.) de teor de água. As amostras da porção bóia foram beneficiadas e submetidas às seguintes avaliações: açúcares totais, polifenóis e condutividade elétrica, atividade da polifenoxidase e prova de xícara. Os teores de açúcares totais foram maiores para os cafés colhidos no chão e na época I. Os teores de polifenóis não apresentaram diferenças entre os cafés com e sem contato com o chão e foram menores na época III. Os valores de condutividade elétrica não apresentaram diferenças entre os cafés que entraram e os que não entraram em contato com o chão e foram maiores na época III. Não houve diferenças entre as três épocas de colheita para os valores da atividade da polifenoxidase, e estes foram menores nos cafés que entraram em contato com o chão. A prova de xícara não apresentou tendência definida entre os sistemas de colheita.

Palavras-chave: café, colheita, qualidade.

INFLUENCE OF THE DATE AND HARVEST TECHNIQUES ON THE COFFEE (*Coffea arabica* L.) QUALITY

ABSTRACT: The quality of the coffee became an indispensable aspect for the conquest of new markets, looking for the consolidation of drinks with patterns of aromas and flavor. The crop, among other factors, can affect the final quality of the coffee. Recently, the intensification of the coffee crop mechanization has been observed as answer to the reduction of the production costs. Parameters as index of defoliates, effective time of harvest, reviews percentage, efficiency and costs were already appraised. However, parameters related to the coffee quality picked mechanically were not still told. With the objective of evaluating the influence of the crop in the coffee quality, six different crop systems were studied: a) mechanical harvest with contact with the ground and mechanical retirement; b) mechanical harvest with contact with the ground and manual retirement; c) manual harvest with contact with the ground and manual retirement; d) mechanical harvest without contact with the ground and mechanical retirement; and) mechanical harvest without contact with the ground and manual retirement and f) manual harvest without contact with the ground and manual retirement. The experiment was led in Rancho Fundo Farm, district of Campos Gerais - MG, in three crop times, characterized in function of the percentage of green fruits (time I with 14,74% of green fruits; time II with 1,71% and time III with 0,24%). After the crop the coffee was washed, separate in cherry and it floats and drying on yard up to 11% (b.u.) of moisture content. The samples of the portion float were cleaned and submitted to the following evaluations: total sugar, polyphenols and electric conductivity, polyphenoloxidase activity and cup proof. The sugar total content was larger for the coffees picked in the ground and at that time I. The polyphenols contents didn't present differences among the coffees with and without contact with the ground and they were smaller at the time III. The values of electric conductivity didn't present differences among the coffees with and without contact with the ground and they were larger at the time III. There were not differences among the three crop times for the values of the polyphenoloxidase activity, and these were smaller in the coffees with contact with the ground. The cup proof didn't present defined tendency among the crop systems.

Key words: coffee, harvest, quality.

INTRODUÇÃO

A qualidade do café é definida como o resultado da somatória de atributos físicos do grão cru, como cor, tamanho, densidade, forma e uniformidade, e de atributos do grão torrado, em que se destaca a homogeneidade na cor do grão, além das características organolépticas da bebida expressas pelo sabor e aroma (Prete, 1992). Vários fatores, como condições edafoclimáticas, manejo da lavoura, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento, podem interferir na qualidade final do café. A colheita é uma operação importante e está diretamente associada à qualidade do café, de acordo com a época e o modo de sua execução (Carvalho Junior et al., 2000).

A colheita possui grande participação na composição final do custo de produção. Segundo diversos autores, do montante de mão-de-obra empregada na lavoura cafeeira, 40 a 75% é ocupada pelas operações de colheita e preparo (Kashima, 1996; Salvador et al., 1998). Para Matiello (1991), a colheita representa de 25 a 30% dos custos diretos da produção. Parâmetros como índice de desfolha, tempo efetivo de derriça, porcentagem de verdes e porcentagem de repasse já foram avaliados. Entretanto, parâmetros relacionados à qualidade do café colhido mecanicamente ainda não foram relatados. Não se sabe precisar, por exemplo, o nível de danificação na casca do fruto do café, bem como as variações no nível de ocorrência de fungos após a colheita mecânica e, finalmente, se a colheita mecânica afeta a qualidade do café.

Oficialmente, a qualidade do café é avaliada por meio de análise sensorial (mais conhecida como prova de xícara) e classificação por tipo e peneira. No entanto são realizadas análises químicas capazes de auxiliar a classificação oficial quanto à qualidade do café, como: sólidos solúveis totais, açúcares totais, redutores e não-redutores, compostos fenólicos totais, condutividade elétrica, atividade da polifenoloxidase, entre outras.

É notório o ganho de eficiência das operações de colheita com a introdução da mecanização, com o correspondente reflexo na redução de custos, porém, pouco se sabe a respeito das interferências da mecanização na qualidade final do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na fazenda Rancho Fundo, município de Campos Gerais, MG. A colheita foi realizada em três épocas, caracterizadas em função da porcentagem de frutos verdes (época I, com 14,74% de verde; época II, com 1,71%; e época III, com 0,24%). Foram estudados seis diferentes

sistemas de colheita: a) derriça mecânica com contato com o chão e recolhimento mecânico, b) derriça mecânica com contato com o chão e recolhimento manual, c) derriça manual com contato com o chão e recolhimento manual d) derriça mecânica sem contato com o chão e recolhimento mecânico, e) derriça mecânica sem contato com o chão e recolhimento manual e f) derriça manual sem contato com o chão e recolhimento manual. Nos tratamentos em que houve contato com o chão, não foi realizada varrição antes da derriça. Cada parcela foi processada separadamente. A via seca foi adotada neste trabalho, uma vez que é a via de preparo mais utilizada na região. Após a colheita o café foi lavado, separado em cereja e bóia e seco em terreiro até 11% (b.u.) de teor de água. As amostras da porção bóia foram beneficiadas e submetidas às seguintes avaliações para determinação da qualidade.

Açúcares totais

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

Polifenóis

Extraídos pelo método de Goldstain e Swain (1963), utilizando como extrator o metanol 80% (U/V), e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

Condutividade elétrica

Determinada segundo metodologia proposta por Prete (1992).

Atividade da Polifenoloxidase

A atividade da polifenoloxidase foi determinada segundo metodologia descrita por Pointing e Joslyng (1948), utilizando-se o extrato da amostra sem L-dopa como branco. Os resultados foram expressos em unidade/minuto/grama de amostra.

Prova de xícara

As análises de prova de xícara foram realizadas pelo provador oficial do CTSM/EPAMIG de Lavras MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Açúcares totais

Na Tabela 1 são apresentados os teores médios de açúcares totais de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita.

Nesta tabela, observa-se que os teores de açúcares totais do café bóia colhido nas épocas II e III foram significativamente maiores em nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) do que no café colhido

na época I. De acordo com Leite (1991), Chagas (1994) e Pimenta (1995), os açúcares totais aumentam no decorrer da maturação dos frutos do cafeeiro. Nos sistemas de colheita com derriça no chão, o café de varrição que já havia caído naturalmente no chão não foi separado do café recém colhido. Observa-se que os teores de açúcares totais nestes cafés de chão foram significativamente maiores ($P < 0,05$) do que os dos cafés que não entraram em contato com o chão. Essa diferença pode ter ocorrido porque a maioria dos cafés que caem naturalmente no chão são frutos que já completaram o estágio de maturação e possuem teores mais elevados destes açúcares. Observa-se também na Tabela 1 uma tendência de os cafés derriçados no chão manualmente nas épocas I e II de apresentarem menores teores de açúcares totais, quando comparados com os cafés que foram derriçados mecanicamente no chão, posteriormente igualando seus teores na época III. Isso pode ser devido à dificuldade que a derriça mecânica apresenta de retirar os frutos verdes da planta. Já a derriça manual retira todos os frutos da planta. Durante a lavagem, alguns frutos verdes com baixa densidade, por ainda não estarem totalmente granados, são separados juntos com a porção bóia, e, como os frutos verdes possuem baixos teores deste açúcar, esta pode ser a causa dos menores teores encontrados nos cafés derriçados manualmente no chão nas épocas I e II.

Tabela 1 - Teores médios de açúcares totais (% MS) de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita

Tratamentos			Épocas de colheita			
			Época I	Época II	Época III	Média
Contato com o Chão	Sistema de derriça	Sistema de recolhimento				
Sem	Mecânico	Mecânico	10,43 b ₁	10,09 a ₁	9,47 a ₁	9,77 a ₃
	Mecânico	Manual	8,42 a ₁	10,44 a ₁	10,57 a ₁	
	Manual	Manual	9,40 ab ₁	9,34 a ₁	9,76 a ₁	
Com	Mecânico	Mecânico	10,53 b ₂	11,12 b ₂	10,52 a ₂	10,38 b ₃
	Mecânico	Manual	10,21 ab ₂	11,44 b ₂	10,57 a ₂	
	Manual	Manual	9,32 a ₂	9,27 a ₂	10,37 a ₂	
Média			9,72 A	10,28 B	10,23 B	

CV (%) = 5,78

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula com o mesmo número subscrito na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, 5%). [1 – sem contato com o chão, 2 – com contato com o chão, 3 - média geral].

Polifenóis

Na Tabela 2 são apresentados os teores médios de polifenóis de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita.

Tabela 2 - Teores médios de polifenóis (% MS) de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita

Tratamentos			Épocas de colheita			
			Época I	Época II	Época III	Média
Contato com o Chão	Sistema de derrça	Sistema de recolhimento				
Sem	Mecânico	Mecânico	7,32 a ₁	7,60 a ₁	7,67 b ₁	7,38 a ₃
	Mecânico	Manual	7,72 a ₁	8,02 a ₁	6,51 a ₁	
	Manual	Manual	7,47 a ₁	7,44 a ₁	6,69 a ₁	
Com	Mecânico	Mecânico	7,70 a ₂	8,38 b ₂	7,33 a ₂	7,41 a ₃
	Mecânico	Manual	7,28 a ₂	7,23 a ₂	7,10 a ₂	
	Manual	Manual	7,58 a ₂	7,10 a ₂	7,01 a ₂	
Média			7,51 B	7,63 B	7,05 A	

CV (%) = 4,79

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula com o mesmo número subscrito na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, 5%). [1 – sem contato com o chão, 2 – com contato com o chão, 3 - média geral].

Na Tabela 2 observa-se que os teores de polifenóis do café bóia colhido na época III foram significativamente menores ($P < 0,05$) do que nos cafés bóia colhidos nas épocas I e II. Esses resultados confirmam o que foi descrito por Pimenta et al. (2000). Os autores relatam redução nos teores de polifenóis, relacionando-a à ocorrência de maior percentual de frutos cereja nas misturas ou índices baixos de frutos verdes. Os menores teores desses compostos no café colhido na época III pode ser conseqüência do elevado estado de maturação. Nos sistemas de colheita com derrça no chão, não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) dos teores de polifenóis. Observa-se também que entre os diferentes sistemas de colheita não houve muitas diferenças, não apresentando tendências definidas.

Condutividade elétrica

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de condutividade elétrica de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita.

Nesta tabela, observa-se que os valores da condutividade elétrica do café bóia colhido na época III foram significativamente maiores ($P < 0,05$) do que nos cafés colhidos nas épocas I e II, indicando que estes estão em estágio de deterioração mais avançado. Apesar de existirem mecanismos complexos e interdependentes no processo de deterioração, a degeneração das membranas celulares e subsequente perda da permeabilidade é um dos primeiros eventos a caracterizar a deterioração. Assim, determinados procedimentos nas operações de colheita e pós-colheita, ataque de microrganismos, entre outros, influenciam diretamente a qualidade do café, tendo em vista as modificações que essas injúrias podem provocar nos grãos (Prete, 1992). Maiores valores de condutividade elétrica indicam que pode ter ocorrido deterioração e, conseqüentemente, perda na qualidade. Nos sistemas de colheita com derrça no chão, o

café de varrição pode ter sofrido algum tipo de deterioração anterior, principalmente pelo ataque de microrganismos e pela ocorrência de fermentações. Esperava-se encontrar valores mais elevados de condutividade elétrica nos cafés que tiveram contato com o chão, entretanto não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os valores médios de condutividade elétrica dos cafés que entraram e os que não entraram em contato com o chão. Observa-se também na Tabela 3 que não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para os diferentes sistemas de colheita.

Tabela 3 - Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S} / \text{cm g}$) de café bóia lavado, colhido em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita

Tratamentos			Épocas de colheita			
			Início	Meio	Final	Média
Contato com o Chão	Sistema de derrça	Sistema de recolhimento				
Sem	Mecânico	Mecânico	214,37 a ₁	222,88 b ₁	248,01 a ₁	224,25 a ₃
	Mecânico	Manual	220,77 a ₁	189,30 a ₁	254,63 a ₁	
	Manual	Manual	212,22 a ₁	199,69 ab ₁	256,39 a ₁	
Com	Mecânico	Mecânico	211,61 a ₂	212,13 a ₂	253,78 a ₂	224,21 a ₃
	Mecânico	Manual	210,84 a ₂	201,49 a ₂	248,75 a ₂	
	Manual	Manual	203,36 a ₂	214,13 a ₂	261,78 a ₂	
Média			212,19 A	206,60 A	253,89 B	

CV (%) = 6,63

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula com o mesmo número subscrito na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, 5%). [1 – sem contato com o chão, 2 – com contato com o chão, 3 - média geral].

Atividade da Polifenoloxidase

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios da atividade da polifenoloxidase de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita.

Tabela 4 - Valores médios de atividade da polifenoloxidase (U/min./g de amostra) de café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita

Tratamentos			Épocas de colheita			
			Início	Meio	Final	Média
Contato com o Chão	Sistema de derrça	Sistema de recolhimento				
Sem	Mecânico	Mecânico	63,53 a ₁	62,29 a ₁	61,55 a ₁	62,90 b ₃
	Mecânico	Manual	63,19 a ₁	60,43 a ₁	65,21 a ₁	
	Manual	Manual	61,44 a ₁	64,25 a ₁	64,16 a ₁	
Com	Mecânico	Mecânico	61,21 a ₂	60,27 a ₂	61,48 a ₂	61,05 a ₃
	Mecânico	Manual	62,80 a ₂	60,66 a ₂	62,49 a ₂	
	Manual	Manual	62,25 a ₂	59,18 a ₂	59,10 a ₂	
Média			62,40 A	61,18 A	62,33 A	

CV (%) = 3,86

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula com o mesmo número subscrito na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, 5%). [1 – sem contato com o chão, 2 – com contato com o chão, 3 - média geral].

Na Tabela 4 observa-se que não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) da atividade da polifenoloxidase para as três épocas de colheita. Nos sistemas de colheita com derriça no chão, o café de varrição pode ter sofrido algum tipo de injúria, principalmente pelo ataque de microrganismos e pela ocorrência de fermentações. Assim, valores significativamente menores ($P < 0,05$) de atividade enzimática da polifenoloxidase podem ser atribuídos à mistura do café de derriça com os que já estavam caídos no chão. Observa-se também que, tanto para o café que entrou em contato com o chão como para aquele que não entrou em contato com o chão, não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias da atividade da polifenoloxidase para os diferentes sistemas de derriça e recolhimento nas três épocas de colheita.

Prova de xícara

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da prova de xícara do café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita.

Tabela 5 - Resultados da prova de xícara do café bóia lavado, colhidos em três épocas, por seis diferentes sistemas de colheita

Tratamentos			Época de colheita		
Contato com o Chão	Sistema de derriça	Sistema de recolhimento	Início	Meio	Final
Sem	Mecânico	Mecânico	Dura	Apenas Mole	Apenas Mole
	Mecânico	Manual	Apenas Mole	Mole	Mole
	Manual	Manual	Apenas Mole	Apenas Mole	Dura
Com	Mecânico	Mecânico	Apenas Mole	Mole	Mole
	Mecânico	Manual	Mole	Apenas Mole	Riada
	Manual	Manual	Mole	Mole	Dura

Na Tabela 5 observa-se que há diferenças na classificação da bebida dos cafés colhidos pelos diferentes sistemas, porém não há tendência definida de qualidade da bebida. De modo geral, tem-se observado que a análise sensorial (prova de xícara) tem trazido dúvidas quanto à classificação do café, dificultando dessa maneira as avaliações em trabalhos de pesquisa nos quais se necessita de dados mais conclusivos e passíveis de análise estatística (Leite, 1991; Chagas, 1994; Pimenta, 1995).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- Não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) nos teores de polifenóis e valores de condutividade elétrica entre os cafés que entraram e os que não entraram em contato com o chão.
- Os teores de açúcares totais foram significativamente maiores ($P < 0,05$) para os cafés que entraram em contato com o chão, quando comparados com os cafés que não entraram em contato com o chão.
- Os valores da atividade da polifenoloxidase foram significativamente menores ($P < 0,05$) para os cafés que entraram em contato com o chão, quando comparados com os cafés que não entraram em contato com o chão.
- Não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) nos valores da atividade da polifenoloxidase entre as três épocas de colheita.
- Os teores de polifenóis foram significativamente menores ($P < 0,05$) na época III.
- Os teores de açúcares totais foram significativamente maiores ($P < 0,05$) para os cafés colhidos na época I.
- Os valores da condutividade elétrica foram significativamente maiores ($P < 0,05$) para os cafés colhidos na época III.
- Os resultados da prova de xícara não apresentaram tendências definidas entre os diferentes sistemas de colheita, os quais necessitam de dados mais precisos e de uma análise estatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of Analysts of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Washington, 1990.
- CARVALHO JUNIOR, C.; BORÉM, F.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; SILVA, F.M.; HARDOIM, P.R. Efeito do sistema de colheita na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26º, 2000. **Resumos**. Poços de Caldas, MG, p.315-316.
- CHAGAS, S.J.R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas**. Lavras: UFLA, 1994. 83p. (Dissertação-Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, n4., p.371-382, Dec. 1963.

- KASHIMA, T. **VI Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Fundação Cargil, Campinas, SP, 1996.
- 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-MG: UFLA, 1991. 135p. (Dissertação em Ciência dos Alimentos).
- LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos de café crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2000, 95p. (Dissertação-Mestrado em Ciências dos Alimentos).
- MATIELLO, J.B.O. **Café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. Cap.6, p.237-317. Processamento. Classificação, industrialização e consumo de café.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p. 375-384, 1944.
- PIMENTA, C.J.; COSTA, L.; CHAGAS, S.J.R.. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. especial – café, n. 1, p.23 – 30, 2000.
- PIMENTA, C.J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. Lavras: UFLA, 1995. 94p. (Tese de mestrado).
- PONTING, J.D.; JOSLING, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, p. 47-63, 1948.
- PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. Piracicaba: ESALQ, 1992, 125 p. (Tese doutorado em Fitotecnia).
- SALVADOR, N.; SILVA, F.M.; BONFIM, I.; GRANATO, L.R.N. Estudo comparativo de sistemas de derriça de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24º, 1998, Poços de Caldas, MG, p.227-229.