

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CAFÉS DO
ESTADO DE MINAS GERAIS E SUA RELAÇÃO
COM A QUALIDADE**

JULIANA NEVES BARBOSA

2009

JULIANA NEVES BARBOSA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CAFÉS DO
ESTADO DE MINAS GERAIS E SUA RELAÇÃO
COM A QUALIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. PhD Flávio Meira Borém

Co-orientadores

Pesquisadora PhD Helena Maria Ramos Alves

Prof. Dr. Amauri Alves de Alvarenga

LAVRAS, MG
2009

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

Barbosa, Juliana Neves.

Distribuição espacial de cafés do Estado de Minas Gerais e sua
relação com a qualidade / Juliana Neves Barbosa. – Lavras : UFLA,
2009.

91 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.
Orientador: Flávio Meira Borém.
Bibliografia.

1. Café. 2. Espacialização. 3. Qualidade sensorial. 4. Método de
Kernel. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.73098151

JULIANA NEVES BARBOSA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CAFÉS DO
ESTADO DE MINAS GERAIS E SUA RELAÇÃO
COM A QUALIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2009

Pesquisadora PhD. Helena Maria Ramos Alves EMBRAPA CAFÉ

Prof. Dr. José Donizeti Alves UFLA

Pesquisadora Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato EPAMIG

Prof. PhD Flávio Meira Borém
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*A Deus ,
por me tornar Seu instrumento me guiando nos diferentes
caminhos estando sempre ao meu lado, vencendo comigo cada dia de
minha vida.*

OFEREÇO

*Aos meus pais Luiz Alves Barbosa e Heloisa Neves Barbosa
e às minhas irmãs Letícia e Isabel, esteios de minha vida,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir sentir o vento, ouvir os pássaros, ver o nascer do sol e compreender a vida em toda a sua complexidade: Homem e Planta.

A toda minha família, razão da minha existência, força, meu porto mais seguro.

À Universidade Federal de Lavras e em especial ao Setor de Fisiologia Vegetal, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Flávio Meira Borém, verdadeira expressão no meio acadêmico, presença mui especial em minha vida não só pela orientação, mas pela amizade e confiança, acredo que nossos caminhos cruzaram-se por intermédio direto de Deus. Obrigada por trilhar comigo os caminhos do Café.

À Dra. Helena Maria Ramos Alves, pela presença marcante em minha vida, pela co-orientação no trabalho, amizade e por tanto contribuir para a minha formação profissional e pessoal.

À Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato, outra presença marcante em minha vida, pela orientação extra-oficial, amizade e pela contribuição na minha formação profissional e pessoal.

Aos amigos do Laboratório de Geosolos da Epamig, Tatiana, Livinha, Rafael, Claudinho, Ricardo e Julio e em especial à Vanessa, amiga e irmã, pela forte presença e generosa contribuição no trabalho e ao Walbert pela amizade e generosa contribuição no trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Epamig, Marcelo Malta, pelo apoio, amizade e orientação nas análises químicas, ao Dellane e à Mayra que tornaram o trabalho mais prazeroso pela agradável companhia.

À EMATER e em especial ao Dr. Edinaldo José Abraão, pelo apoio à realização deste trabalho, à Cleusa pela enorme ajuda com os dados referentes às amostras dos concursos, aos gerentes e aos técnicos extensionistas que não mediram esforços para ajudar.

À funcionária Nélia do Pólo de Excelência do Café pelo apoio, carinho e amizade.

Ao professor de estatística, Marcelo Cirillo, pela valiosa atenção, parceria e orientação nas variadas análises estatísticas.

Ao professor Luiz Gonsaga (DEG), pela valiosa orientação e contribuição no decorrer de todo o trabalho.

À equipe do Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas em especial ao Éder, Pedro, Fafá, Luiza, Renê, Zé, pela amizade, apoio e carinho.

Aos amigos, professor Evaristo, Izonel, Euziclei e família, Emerson (Japa), Elias e Pedro, às meninas da república, pela nobre amizade.

Aos colegas da pós-graduação, em especial a Sara, Manu, Solange, Elma, Tiago, Carol, Lu que nos momentos difíceis sempre com palavras de estímulo, força e consolo.

Aos professores do Setor de Fisiologia Vegetal que muito contribuíram para minha formação profissional, aos técnicos dos laboratórios: “Tanham” e Tina, aos demais servidores do Setor, Lena, Celen, “Barrinha”, pelo carinho e apoio.

À grande amiga e grande colaboradora deste trabalho, professora Daniela Martins Cunha, pelo carinho, compreensão e amizade, presença marcante em minha vida.

À todos os outros que, de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos fenológicos e ecofisiológicos do cafeeiro.....	3
2.2 Colheita, pós-colheita e qualidade do café.....	7
2.3 Análise sensorial do café como critério na classificação de concursos de qualidade.....	8
2.4 Os concursos de qualidade: incentivo ao crescimento da produção de... cafés especiais no estado de Minas	10
2.5 Geotecnologias para a caracterização de áreas com potencial para a produção de cafés de qualidade.....	12
2.6 Caracterização ambiental do estado de Minas Gerais e a qualidade do15 café	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 O Concurso de Qualidade – Cafés de Minas.....	22
3.2 Análise espacial dos anos 2007 e 2008	24
3.3 Análise química: trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos (5-ACQ)25	
3.4 Análises estatísticas das variáveis químicas, ambientais e qualidade sensorial das amostras de 2007	26
3.4.1 Análises de Componentes Principais (ACP).....	27
3.4.2 Análises Geoestatísticas	28
3.4.3 Análises de Correlações Canônicas.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29

4.1 Condições climáticas das regiões cafeeiras do Estado e sua relação com a qualidade da bebida do café.....	29
4.2 Descrições da distribuição espacial das amostras de 2007 e 2008 para.. todas as fases e categorias	36
4.2 Descrições da distribuição espacial das amostras de 2007 e 2008 para todas as fases e categorias	Erro! Indicador não definido.
4.2.1 Análise da categoria café natural das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2007	43
4.2.2 Análise da categoria café cereja descascado das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2007.....	48
4.2.3 Análise da categoria café natural das fases (1, 2, 3 e 4), para o ano de 2008	52
4.2.4 Análise da categoria café cereja descascado das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2008.....	57
4.3 Análises Geoestatísticas	62
4.4 Componentes Principais para as variáveis químicas, ambientais e..... qualidade sensorial das amostras de 2007	64
4.5 Análises de Correlações Canônicas.....	76
5 CONCLUSÕES	77
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
8 ANEXOS	87
ANEXO A – Análise geoestatística	87
ANEXO B – Análise de Correlação Canônica –.....	90
ANEXO C – Cromatograma da solução-padrão de trigonelina, ácido-5-cafeiolquínico e cafeína.....	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Tipos climáticos baseados no índice de umidade (Iu) gerado a partir dos parâmetros do BHC de Thornthwaite & Mather citato por Scolforo et al. (2007).....	16
TABELA 2 Componentes principais - Matriz de correlação - variáveis do café cereja descascado.....	65
TABELA 3 Componentes principais - Matriz de correlação - variáveis do café natural	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de pluviosidade, adaptado de Scolforo et al. (2007)	31
FIGURA 2 – Mapa de Temperatura, adaptado de Scolforo et al. (2007).	32
FIGURA 3 Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007).	34
FIGURA 4 Mapa das regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais, adaptado de Rios (1997).	35
FIGURA 5 Mapa de Kernel: primeira fase das categorias café natural e cereja descascado para o ano de 2007	36
FIGURA 6 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.....	37
FIGURA 7 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.....	39
FIGURA 8 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.....	39
FIGURA 9 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.....	40
FIGURA 10 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.....	41
FIGURA 11 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.....	42
FIGURA 12 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.....	42

FIGURA 13 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007	44
FIGURA 14 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007	45
FIGURA 15 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007	46
FIGURA 16 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.	46
FIGURA 17 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.	49
FIGURA 18 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.	49
FIGURA 19 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.	50
FIGURA 20 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.	51
FIGURA 21 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	53
FIGURA 22 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	54
FIGURA 23 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	55

FIGURA 24 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.....	56
FIGURA 25 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	59
FIGURA 26 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	59
FIGURA 27 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	60
FIGURA 28 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008	61
FIGURA 29 – Semivariograma com ajuste de modelo para a criação da superfície de espacialização.	63
FIGURA 31 Biplot das variáveis ambientais, compostos químicos e qualidade sensorial para café natural. Variáveis ambientais: pluviosidade (pluv); índice de umidade (Iu); temperatura (temp); longitude (long); altitude (alt); latitude (lat); variáveis químicas: trigonelina (trig); cafeína (cafein); ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).....	67
FIGURA 32 Escores dos dois primeiros componentes principais para café natural. A = Notas Altas; B = Notas Baixas.....	67
FIGURA 33 Biplot das variáveis ambientais, compostos químicos e qualidade sensorial para o café cereja descascado. Variáveis ambientais: pluviosidade (pluv); índice de umidade (Iu); temperatura (temp); longitude (long); altitude (alt); latitude (lat); variáveis químicas: trigonelina (trig); cafeína (cafein); ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).	68
FIGURA 34 Escores dos dois primeiros componentes principais para café cereja descascado. A = Notas Altas; B = Notas Baixas.	68

FIGURA 35 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Natural. Mapa de temperatura adaptado de Scolforo et al. (2007)	71
FIGURA 36 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 – Café Natural. Mapa de Pluviosidade adaptado de Scolforo et al. (2007)	71
FIGURA37 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Natural. Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007)	72
FIGURA 38 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Cereja Descascado. Mapa de temperatura adaptado de Scolforo et al. (2007).....	72
FIGURA 39 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 – Café Cereja Descascado. Mapa de pluviosidade adaptado de Scolforo et al. (2007).....	73
FIGURA 40 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Cereja Descascado. Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007).....	73

ANEXOS

ANEXO A. Análise geoestatística.....	87
ANEXO B. Análise de Correlação Canônica.....	90
ANEXO C. Cromatograma da solução-padrão de trigonelina, ácido-5-cafeiolquínico e cafeína.....	91

RESUMO

BARBOSA, Juliana Neves. **Distribuição espacial de cafés do estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade.** 2009. 91p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O café é o segundo produto na pauta das exportações agrícolas do Brasil, constituindo uma das mais importantes fontes de renda para a economia brasileira. O estado de Minas Gerais destaca-se como o maior produtor. Os municípios mineiros vêm conquistando concursos de qualidade de café no âmbito nacional, abrindo espaço no mercado e agregando valor ao produto. Diante da necessidade de se conhecer as áreas com potencial de produção de cafés de qualidade, o objetivo deste trabalho foi relacionar a qualidade sensorial dos cafés participantes do Concurso de Qualidade – Cafés de Minas nos anos de 2007 e 2008 –, com características ambientais dos municípios do Estado e o conteúdo de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeiolquínico. Para a realização das avaliações o conjunto de amostras foi distribuído em quatro fases, sendo a primeira constituída por todos os inscritos e a última apenas pelos cafés pré-finalistas. Os cafés foram categorizados em natural e cereja descascado. A espacialização das amostras de ambos os anos foi realizada utilizando-se mapas de Kernel para a visualização da intensidade de concentração de amostras em cada fase do concurso. Os resultados evidenciaram que, na primeira fase, as amostras apresentaram-se bem distribuídas, com focos de intensidade média, alta e muito alta. Na quarta fase foi observada uma alta concentração de amostras na região do Sul de Minas para ambos os anos e categorias. As correlações entre fatores ambientais, compostos químicos e qualidade sensorial foram realizadas pela Análise de Componentes Principais e gráficos Biplots. Para tanto foram selecionados 60 cafés, 30 da categoria café natural e 30 da categoria cereja descascado, sendo 15 com notas acima de 80 pontos e 15 com notas abaixo de 75 pontos, segundo a metodologia da BSCA para a análise sensorial da bebida do café. Os resultados demonstraram discriminação de notas altas e baixas em decorrência das variáveis ambientais, dos compostos químicos avaliados e da qualidade sensorial. Semivariogramas dos estudos geoestatísticos, indicaram ajuste do modelo para as amostras inscritas em 2007. Os dados das 60 amostras selecionadas não apresentaram ajuste de modelos. Mesmo assim, os resultados são uma relevante contribuição, pois direcionam novos caminhos para trabalhos futuros que visem uma melhor compreensão da distribuição espacial da qualidade do café no estado de Minas Gerais.

¹ Comitê de Orientação: Flavio Meira Borém – UFLA (Orientador); Helena Maria Ramos Alves – EMBRAPA; Amauri Alves de Alvarenga – UFLA.

ABSTRACT

BARBOSA, Juliana Neves. **Spatial distribution of coffees from Minas Gerais state and their relation with quality.** 2009. 91p. Dissertation (Masters in Plant Physiology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

Coffee is the second most important agricultural exportation product in Brazil, constituting one of the main income sources of the Brazilian economy. The state of Minas Gerais is the country's biggest coffee producer. Recently, coffees produced in the state have won national specialty coffee contests, which has increased their commercial value and established them in the market. Due to the necessity of more information on areas with potential for producing quality coffee, the objective of this work was to relate the sensorial quality and trigonelline, caffeine and 5-cafeoylquinic acid content of the coffees entered in the Quality Contest- Coffee from Minas Gerais, in 2007 and 2008, with the environmental characteristics of the state's districts. The samples were distributed in four stages, the first composed of all the coffees entered in the contest, and the last composed only of the pre-finalists. The samples were categorized into natural and pulped natural. The spatialization of the samples from both years was done using Kernel maps to visualize the intensity of sample concentration in each stage of the contest. The results show that in the first stage the samples were well distributed in focus, with medium, high and very high intensity. In the fourth stage, a high concentration in the South of Minas region was observed for both years in both the coffee categories. The correlations between environmental factors, chemical compounds and sensorial quality were done through Principal Component Analysis and Biplot graphs. 60 coffees were selected, 30 natural and 30 pulped natural, 15 with scores over 80 and 15 with scores under 75 points, according to the BSCA methodology for sensorial analysis of the coffee beverage. The results showed high and low scores due to environmental variables, the chemical compounds analyzed and the sensorial quality. Geostatistical studies of the 2007 samples showed, through semivariograms, that the models tested adjusted to the data studied. The data from the 60 selected samples did not present model adjustment. However, the results are still a relevant contribution, as they point out new paths for future works on the spatialization of coffee quality in Minas Gerais.

² Guidance Committee: Flávio Meira Borém – UFLA (Adviser); Helena Maria Ramos Alves – EMBRAPA; Amauri Alves de Alvarenga – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira está distribuída principalmente nos estados de São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Paraná, Rondônia e Minas Gerais, cada um com suas características próprias de ambiente e nível tecnológico. Minas Gerais destaca-se no cenário brasileiro como o maior produtor, com uma participação de 50,99% do café produzido no país (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2008).

Apesar de ser o estado de maior relevância para a produção do País, Minas ainda não possui dados necessários para subsidiar as atividades de planejamento de sua cafeicultura e garantir a sua sustentabilidade econômica, social e ambiental. Por sua extensão territorial e peculiar variação ambiental, a cafeicultura mineira tem sua produção distribuída em quatro ambientes principais, constituídos pelas regiões Sul de Minas (Sul/Sudoeste), Matas de Minas (Zona da Mata/Rio Doce), Cerrados de Minas (Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba) e Chapadas de Minas (Vale do Jequitinhonha/Mucuri). Essas regiões apresentam características distintas, tanto em relação ao meio físico quanto às condições socioeconômicas. Os cafés de Minas Gerais se distinguem pela diversidade de sabor e aroma devido, principalmente, às variações de clima, altitude, sistemas de produção entre outras, permitindo conquistar os mercados nacionais e internacionais.

Além dos expressivos resultados obtidos nos concursos de qualidade, vale ressaltar que, segundo a Forbes (2006), dentre os 10 cafés de maior valor agregado do mundo, dois são brasileiros e oriundos do estado de Minas Gerais.

Dentre os concursos de qualidade promovidos no país, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais – Emater-MG e a Universidade Federal de Lavras – UFLA, com o apoio do governo do Estado,

realizam anualmente o Concurso de Qualidade dos Cafés de Minas. O concurso é uma iniciativa do Governo em parceria com outras instituições, que busca incentivar a qualidade e a agregação de valor ao café, premiando os melhores cafés do Estado de acordo com suas características físicas e sensoriais. Entretanto, esses esforços somente serão capazes de dar suporte para o planejamento e desenvolvimento sustentável da cafeicultura estadual se contar com a geração de novas informações técnico-científicas, que evidenciem as relações entre os fatores determinantes da qualidade.

A caracterização ambiental é fundamental para o planejamento da agricultura sendo que o nível de conhecimento desses fatores no tempo e espaço auxilia diretamente nesse planejamento. Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico e seus inter-relacionamentos. Como resultado de sua aplicação, pode-se obter, dentre outros, zoneamentos e mapeamentos de culturas agrícolas, bem como seus padrões de evolução, localização e identificação de áreas adequadas a cada tipo de uso e exploração, incluindo as áreas destinadas à preservação ambiental.

A atual realidade dos mercados nacional e internacional de café aponta para a crescente demanda por cafés especiais, de sabor e aroma excepcionais e com características marcantes na docura, acidez e corpo, e por produtos cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o clima e o meio geográfico. Dessa forma, chega-se à seguinte pergunta: O que influencia a qualidade da bebida dos cafés em Minas Gerais?

Para responder tal questionamento, parte-se da hipótese de que os fatores ambientais, a altitude e a posição geográfica da lavoura podem ser alguns dos atributos que irão influenciar a composição química e a qualidade da bebida do café.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a distribuição espacial da qualidade dos cafés do Concurso de Qualidade – Cafés de Minas nos anos de 2007 e 2008 e as relações entre a qualidade sensorial e o conteúdo dos compostos químicos: trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos dos cafés participantes no ano de 2007, com características ambientais e geográficas dos seus respectivos municípios.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos fenológicos e ecofisiológicos do cafeiro

Compreender o ciclo biológico das plantas, em todas as suas fases e estudar a influência do ambiente em cada estádio, contribui para o melhor manejo, maior produtividade e melhoria da qualidade do café.

O ciclo fenológico do cafeiro apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em aproximadamente dois anos, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano (Camargo, 1985).

Camargo & Camargo (2001) para explicitar as fases fenológicas do cafeiro apresentam, resumidamente, seis fases: 1^a fase - vegetação e formação das gemas foliares; 2^a fase - indução e maturação das gemas florais; 3^a fase - florada; 4^a fase - granação dos frutos; 5^a fase - maturação dos frutos; e 6^a fase - repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

Na primeira fase fenológica, resumidamente, formam-se os ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, que depois são induzidas a se transformarem em gemas reprodutivas (Alves, 2008; Alves & Livramento, 2003).

A fase reprodutiva inicia-se com o processo de floração do cafeeiro reunindo as etapas de indução floral; iniciação floral; diferenciação, crescimento e desenvolvimento das peças florais do botão; dormência do botão floral e florada (abertura da flor ou antese). Cada uma dessas fases é afetada por fatores exógenos e endógenos particulares que determinam diferentes padrões de crescimento e desenvolvimento dos órgãos florais, de acordo com a variedade/cultivar e das condições ambientais predominantes (Alves, 2008; Alves & Livramento, 2003).

Desta forma, as gemas florais, aparentemente começam a crescer e a se diferenciarem quando a taxa de crescimento vegetativo diminui ou paralisa, concomitantemente, ocorrendo entre o final do período chuvoso e o início da estação seca (Rena et al., 2001). De acordo com os aspectos climáticos e as alterações ambientais, além da variabilidade genética, o cafeeiro pode apresentar mais de uma florada (Rena et al., 1987).

Em seguida às fases de indução e diferenciação, os primórdios florais, os botões se desenvolvem por um período de dois meses e entram em dormência, este período coincide com uma estação seca e com a redução do crescimento vegetativo. Um período de seca moderada é aparentemente necessário para que se completem eventos fisiológicos e, ou morfológicos, que permitem aos botões florais tornarem-se sensíveis a estímulos externos e retornar ao crescimento. Todavia, déficit hídrico progressivo; dias quentes; quedas acentuadas da temperatura noturna, elevando a amplitude térmica (15 a 20° C); são importantes fatores de inibição do desenvolvimento das peças nos botões florais, ainda imperceptíveis a olho nu. Por outro lado, chuvas frequentes no período de dormência, resultam em crescimento quase que contínuo dos botões e em virtude dos diferentes períodos de indução, levar ao desencadeamento de floradas sucessivas (Alves, 2008; Alves & Livramento, 2003).

Ao final do período de repouso, os botões, com as primeiras chuvas, retomam seu crescimento, e após oito a dez dias, abrem suas flores. Embora os botões florais sejam perfeitamente visíveis, possivelmente, mesmo quando existissem todas as condições para que houvesse o florescimento, o mesmo não ocorreria, não por algum tipo de dormência, mas por razões ligadas ao seu pleno desenvolvimento. Esse desenvolvimento será, no entanto, influenciado pelo estado hídrico da planta, temperatura, fatores nutricionais, fotossíntese, etc. Quanto mais distantes estiverem esses fatores dos níveis ideais para a planta, maior será o tempo de desenvolvimento das gemas, e consequentemente o tempo para que as mesmas estejam aptas para o pleno florescimento (Alves, 2008; Alves & Livramento, 2003).

No início da florada, com a elevação da temperatura ambiente associada a um intenso déficit hídrico, ocorre a morte do tubo polínico pela desidratação, propiciando o abortamento das flores (Camargo & Camargo, 2001).

Após a florada, seguem-se a formação dos frutos e os seguintes estádios de desenvolvimento: chumbinhos, expansão e granação e maturação (Camargo & Camargo, 2001).

O crescimento e o desenvolvimento do fruto e da semente do cafeeiro ocorrem a partir de um processo ordenado de divisão e diferenciação celular que se inicia no florescimento até atingir o seu completo amadurecimento (Rena et al., 2001).

Na fase de granação, havendo severas estiagens, poderão ser formados grãos de peneira baixa, má formação do fruto desprovido de sementes ou contendo apenas uma delas, comprometendo o pegamento dos frutos com consequente queda (Camargo & Camargo 2001; Alves, 2008).

A maturação do café é iniciada com o aumento da atividade respiratória e com a síntese do etileno, acelerando o metabolismo de açúcares e ácidos, a degradação da clorofila e a síntese de pigmentos. Esses são responsáveis pela

mudança de coloração do fruto verde e cereja, que ocorrem de maneira simultânea com a síntese de compostos voláteis, ésteres e álcoois, que caracterizam o aroma do fruto maduro (Clifford, 1985).

O fruto do café maduro é rico em sacarose, substância considerada importante na qualidade da bebida, por ser um importante precursor do sabor e aroma do café, embora a formação do aroma envolva reações mais complexas (Geromel, 2006).

A maturação incompleta do fruto, segundo Muschler (2001) proporciona um aumento superior nas concentrações de sacarose, ácidos clorogênicos e trigonelina, apresentando amargor e adstringência na bebida do café.

O sabor característico do café está relacionado à presença de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns desses constituintes, formando compostos que interferem no sabor e aroma (Carvalho et al., 1997).

A sobrecarga de frutos é outro aspecto importante no desenvolvimento do cafeiro, normalmente acompanhada pela seca de ramos e morte de raízes, desse modo, após sucessivos ciclos de bianualidade, o cafeiro entra em declínio, reduzindo sua produtividade (Damatta et al., 2008).

A bianualidade é um fenômeno que ocorre principalmente em função do cultivo das lavouras a pleno sol, característica predominante na cafeicultura brasileira, que condiciona altas produções em um ano, com consequente esgotamento da planta, e menor vigor vegetativo no ano seguinte (Matiello et al., 2005).

Além disso, a bianualidade propicia o desenvolvimento de macro e micro-organismos predatórios, que influenciam de forma negativa na qualidade do café (Rena et al., 1998; Matiello et al., 2005; Bertoldo, 2008).

2.2 Colheita, pós-colheita e qualidade do café

O tipo de colheita influencia diretamente na qualidade do café (Pimenta, 2003; Souza & Carvalho, 1997; Cortez, 1997). O cuidado em selecionar o fruto no estádio certo, sem contaminação por quaisquer resíduos, são pontos positivos para se obter um café de alta qualidade.

Além dos aspectos da qualidade, o fator socioeconômico é relevante, pois é uma operação que representa metade do emprego da mão-de-obra da lavoura de café e de 30% dos custos diretos da produção (Matiello, 1991; Carvalho Junior et al., 2003; Silva, 2004).

A colheita do café proveniente da lavoura, pode conter frutos verdes, maduros, supermaduros, frutos secos, folhas, ramos e resíduos do solo, como terra e pedras. A colheita por derriça completa, é um tipo de colheita que quando realizada precocemente, acarreta um grande número de frutos verdes, enquanto que em colheitas tardias, ocorre uma grande quantidade de frutos secos, sendo que nesses dois exemplos podem ser produzidos cafés com qualidade inferior (Borém, 2008).

A colheita quando feita sobre o pano, sendo essa a ideal para determinadas regiões, como as de clima úmido, evita o contato dos frutos com o solo e a mistura dos frutos recém-colhidos com os frutos que podem estar em fase de deterioração. Além de comprometer a qualidade, consideram-se também, os aspectos higiênico-sanitários da produção de café (Cortez, 1997; Borém, 2008).

Segundo Borém (2008), para a escolha do processamento do café é necessário levar em consideração a relação custo/benefício do método, seguir as exigências da legislação ambiental e o padrão desejado de qualidade.

O mesmo autor ressalta ainda que, após a colheita, o café deve seguir imediatamente para o processamento evitando, assim, os riscos de perda da qualidade através da contaminação de macro e micro-organismos. Vilela (1997)

relata que a rapidez da operação é importante, para evitar a deterioração dos frutos de café.

O processamento do café pode ser realizado por via seca ou úmida. No preparo via seca, o fruto mantém-se intacto durante todo o processo, originando cafés denominados coco de terreiro ou natural. Nesse processo, os frutos são secos com todas as partes constituintes; casca, polpa, mucilagem, o pergaminho e o grão. Assim, para uma secagem completa é gasto um tempo maior quando se comparados aos cafés processados por via úmida. Na forma de preparo por via úmida, são obtidos cafés despolpados, descascados ou desmucilados. Os cafés são lavados e levados às máquinas para a retirada do exocarpo e do mesocarpo (Silva, 1999; Leite, 1991; Villela, 2002; Silva et al., 2004).

O processamento por via úmida proporciona um café de melhor qualidade, mantendo as características de corpo, doçura e aroma (Bicudo 1962; Borém, 2004; Brando, 1999; Villela, 2002; Silva, 2003).

O café natural, obtido por via seca, segundo Pimenta (2003), constitui a maioria do café produzido e comercializado no Brasil, entretanto, para agregar maior valor ao produto, a qualidade é um fator dependente. O café adquirido por esse procedimento produz uma bebida mais encorpada, doce e com acidez moderada (Pereira et al., 2002).

Já os cafés cerejas descascados produzem um café de bebida mais suave, apresentando uma bebida com acidez e corpo moderados (Clarke & Macrae, 1985; Lingle, 2001).

2.3 Análise sensorial do café como critério na classificação de concursos de qualidade

A avaliação sensorial do café é feita por meio dos órgãos dos sentidos, especialmente gosto, olfato e tato. Embora possa se apresentar como uma avaliação subjetiva, a análise sensorial é o método mais utilizado para

caracterização da qualidade de bebida do café e, ainda que seja passível de erros, não se encontrou ainda outra solução, em vista da complexidade dos fatores que envolvem a manifestação de aromas e sabores na bebida do café (Mônaco, 1958).

Segundo Illy (2002), um provador de café precisa possuir sensibilidade olfativa e gustativa para poder diferenciar nuances especiais formadas na bebida do café, identificando com precisão a qualidade do café. Referindo-se à classificação da bebida do café pela prova de xícara tradicional, conforme descrito na Instrução Normativa nº 8 do MAPA (Brasil, 2003), Barca (1998) afirma que a subjetividade dessa avaliação sensorial não está bem fundamentada, visto que as diferenças entre os tipos de bebidas de café são bem acentuadas, não permitindo que degustadores treinados e experientes tenham dúvida quanto à classificação da bebida.

A prova de xícara tradicional é largamente empregada para a classificação da bebida dos cafés *commodities*, classificando-os em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e rio zona (Brasil, 2003).

Dentre as metodologias disponíveis para análise sensorial do café, considera-se a mais adequada para cafés especiais à adotada pela “*Specialty Coffee Association of America*” (SCAA), uma vez que essa metodologia preconiza a utilização de protocolo para realização da análise sensorial, incluindo avaliações objetivas como presença ou ausência de doçura e defeitos, minimizando a subjetividade de outras metodologias (Alves, 2007; Lingle, 1993; Leloup, et al. 2004).

De acordo com Lingle (2001) o estágio olfativo como parte da análise sensorial, avalia os compostos orgânicos voláteis, sejam elas substâncias que ocorrem naturalmente ou aquelas que são formadas depois do processo de torra. O estágio gustativo avalia as substâncias solúveis em água. Essas substâncias consistem em compostos químicos orgânicos ou inorgânicos. O estágio “sentido

na boca” avalia o tato na região do palato, relacionado com características da bebida como viscosidade e oleosidade. Quando avaliadas conjuntamente caracterizam o corpo. A totalidade desses perfis aromáticos é definida como *Bouquet* (Lingle, 2001).

O *Bouquet* é constituído de três partes: fragrância, aroma e sabor. A fragrância é composta de gases como alguns ésteres que exalam com altas temperaturas; o aroma é formado através de reações químicas que ocorrem quando ésteres, aldeídos e alguns quelatos, oriundos das fibras do grão, passam do estado líquido a gasoso; o sabor é a reunião dos compostos moleculares que possuem características aromáticas similares, com sensação de amargor ou remetendo ao chocolate (Lingle, 2001).

Resultados altamente positivos decorrem da percepção de um conjunto equilibrado formado por todos os atributos avaliados por um painel sensorial formado por degustadores treinados. Por outro lado, os defeitos da bebida implicam em resultados pouco expressivos, decorrentes de interferências desagradáveis no sabor e a avaliação global é baseada na memória sensorial que um degustador possui, sempre tomando por referência cafés de mesma origem e natureza (Illy, 2002; Lingle, 2001). As análises sensoriais realizadas no Concurso de Qualidade – Cafés de Minas seguiu a metodologia da BSCA. Segundo essa metodologia, cada atributo avaliado como doçura, acidez, corpo, sabor recebem notas de 0 a 8, sendo que o somatório das notas corresponde à classificação final da bebida que, quando superior a 80 são classificadas como café especial (Brazil Speciality Coffee Association-BSCA, 2008).

2.4 Os concursos de qualidade: incentivo ao crescimento da produção de cafés especiais no estado de Minas

Em Minas, órgãos como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais, em parceria com a Universidade Federal de Lavras e

outras instituições de pesquisas e empresas privadas, realizam anualmente o Concurso de Qualidade dos Cafés de Minas, com o objetivo de incentivar os produtores mineiros à constante melhoria na qualidade, premiando os cafés vencedores. O concurso compreende várias etapas e são avaliados os cafés produzidos nos limites municipais do Estado, sendo avaliados primeiramente os aspectos físicos e, a partir da segunda fase, os atributos sensoriais.

Segundo os organizadores do concurso, a cada ano os cafés apresentam uma qualidade, o que explica a diferença da nota-corte de um ano para outro. Como exemplo do sucesso desse incentivo, na última edição do concurso, em 2008 o café vencedor na categoria natural foi vendido a R\$1.030,00 reais e o da categoria café descascado por R\$ 1.500,00. Esses valores são bem superiores aos praticados pelo mercado de cafés não especiais, em que uma saca de 60 Kg, era vendida por R\$240,00, aproximadamente.

Os concursos internacionais de qualidade, como o “*Cup of Excellence*”, no Brasil organizado pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), avaliam diversos lotes de cafés; os vencedores são cafés que alcançam nota superior a 80 pontos durante as provas regidas por júri nacional e internacional. Em concursos como esse, os cafés brasileiros têm ganhado destaque a cada ano e como consequência a abertura para negociações no mercado externo. A valorização dos cafés vencedores chega a mais de 100%.

Como exemplo, um desses cafés, vencedor do *Cup of Excellence* de 2005³, com nota de 95,85 pontos numa escala que vai até 100, foi vendido a US\$ 6.580,81/saca ou aproximadamente R\$ 15.000,00 a saca de 60 kg. Ainda que esse seja um valor extraordinário, obtido em leilão e que não representa o cenário estadual, esse fato, inusitado na cafeicultura brasileira, é de grande importância para o estímulo e a valorização da atividade cafeeira, colocando-a em condições de igualdade com outros países produtores de cafés de excelente

³ Sertão Coffees. Disponível em: <http://www.gruposertao.com.br>.

qualidade como Panamá, Guatemala e El Salvador, tanto pela qualidade como pelo alto preço alcançado.

A compreensão dos fatores ambientais, concomitante com a criação de novas tecnologias são atributos que corroboram esses relatos, evidenciando o aumento da produção de cafés especiais em Minas Gerais e a crescente melhoria da qualidade.

2.5 Geotecnologias para a caracterização de áreas com potencial para a produção de cafés de qualidade

Desde o início dos tempos, os mapas constituíram ferramentas eficazes utilizadas pela humanidade como meio de localização e ordenamento/representação do mundo real. Até algumas décadas atrás, mapas de papel eram o principal meio de sintetizar e representar a informação geográfica.

A manipulação dessa informação era limitada a um processo manual e sem interação. Desde então, o rápido desenvolvimento de novas tecnologias para coleta de informações geográficas, junto com o crescimento da demanda pela manipulação e análise interativa dessas informações, acarretou uma evolução sem precedentes da cartografia, que deu seu maior salto a partir da inovação propiciada pelos sensores remotos e, posteriormente, pela sua associação aos satélites da era orbital. A interpretação das imagens de satélite permitiu ao homem ampliar o conhecimento sobre a superfície da Terra e o uso do computador e de sistemas avançados para o tratamento das informações espaciais trouxe maior precisão na obtenção dos dados. Essas novas tecnologias, conhecidas como geotecnologias e que incluem os sistemas de informação geográfica e o sensoriamento remoto, tornaram-se ferramentas indispensáveis no processo de elaboração de mapas.

Sistemas de Informação Geográfica ou SIG são programas utilizados para o tratamento computacional de dados geográficos, ou seja, dados que

representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável. O SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre segundo uma projeção cartográfica. Além do armazenamento, esses sistemas realizam o tratamento, a análise e visualização das geoinformações, possibilitando a apresentação ao usuário final de forma comprehensiva e facilmente interpretável. Uma característica básica do SIG é a de tratar relações espaciais entre objetos geográficos. Portanto, aplicações em estudos ambientais podem abranger desde a escala global à regional ou local (Câmara et al., 1996).

O monitoramento dos recursos naturais por meio das geotecnologias permite a rápida detecção de alterações ambientais, pois os satélites realizam a varredura da superfície terrestre de forma repetitiva e em um curto espaço de tempo (Vieira et al., 2007). Dessa forma, o emprego das geotecnologias e da cartografia digital tem possibilitado ao Brasil, a partir da década de 90, o mapeamento de seu ambiente físico com maior rapidez e menor custo, ainda que de forma modesta (Meireles et al., 2007). Tal mapeamento é de extrema importância no processo de planejamento do uso racional e sustentável dos recursos naturais pelas atividades antrópicas, dentre elas a agropecuária.

Apesar das novas possibilidades oferecidas pelas geotecnologias e da importância econômica e social da cafeicultura para todo o País, o setor ainda não dispõe de dados precisos e quantitativos sobre o parque cafeeiro nacional. Faltam informações sobre a extensão e distribuição das áreas cafeeiras e sobre as características dos ambientes onde essas se inserem (Vieira et al., 2007). O conhecimento do ambiente em que o cafeeiro está inserido permite um melhor planejamento da produção, visando o desenvolvimento sustentável e a obtenção de produtos com qualidade, uma vez que os fatores ambientais exercem grande influência sobre a qualidade da bebida. Os produtos gerados a partir do SIG também possibilitam aos pesquisadores e produtores rurais uma melhor

visualização e interpretação da atividade cafeeira, a obtenção de estimativas de produção e produtividade mais precisa e uma melhor avaliação da influência das adversidades ambientais, dentre elas a climática.

Um dos exemplos de utilização do SIG no estado de Minas é o trabalho de Alves et al. (2007) que avaliaram a influência de parâmetros ambientais e padrões sócio-econômicos na definição de um território fisiograficamente favorável à produção de cafés especiais, dentro da região formada pelos municípios de Machado, Campestre e Poço Fundo. O ambiente favorável à melhor qualidade de bebida do café foi identificado a partir da estratificação da região em função das variações do relevo, altitude e solos, correspondendo a uma área de aproximadamente 100 mil hectares, numa faixa entre 900 a 1.200 metros de altitude. A partir dessa primeira segmentação ambiental, estudos socioeconômicos sobre a cafeicultura familiar e sobre a qualidade da bebida do café produzido pelos diferentes tipos de produtores rurais puderam ser realizados e espacializados evidenciando padrões e fornecendo subsídios para ações de melhoria.

Outro exemplo é o ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico do estado de Minas Gerais (Scolforo et al., 2007), que objetivou a orientação de políticas públicas e de ações no meio ambiente das diversas regiões do Estado. Foi realizado um macrodiagnóstico, que foi apresentado por meio de mapas, os quais fornecem subsídios para a gestão territorial segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental. Em função da importância dos resultados gerados pelo ZEE-MG, esses constituíram uma base relevante de informações para a realização desse trabalho. Os mapas gerados possibilitaram a aplicação de análises geoestatísticas para avaliação da distribuição espacial da qualidade da bebida dos cafés do Estado. Também foram utilizados para a avaliação das relações do ambiente com a qualidade da bebida dos cafés produzidos em Minas Gerais.

2.6 Caracterização ambiental do estado de Minas Gerais e a qualidade do café

O estado de Minas Gerais situa-se na Região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 14° 13' 57" e 22° 55' 47" de latitude sul e entre os meridianos 39° 51' 24" e 51° 02' 56" de longitude oeste. O Estado possui uma extensão territorial de 582.586 km², que representa 6,9% da área total do Brasil, sendo um Estado inteiramente contido na zona intertropical (Cupolillo, 1997).

Minas Gerais destaca-se por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática, que advém das células de circulação atmosférica tropical, dos sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante accidentada (Cupolillo, 2008).

O macro clima de Minas Gerais caracteriza-se por uma sazonalidade bem definida, com duas estações claramente distintas, um verão úmido e quente e um inverno seco e ameno, e outras duas de transição, o outono e a primavera (Castro Neto & Villela, 1986). Segundo Cupolillo (2008) o Estado sofre forte influência de sistemas convectivos, responsáveis pelo padrão climático de precipitação sobre a região. Vianello (2006) define a ocorrência da estação chuvosa entre os meses de outubro a março, sendo os meses de setembro e abril períodos de transição, respectivamente, do inverno para a primavera e do verão para o outono.

De acordo com o ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico do estado de Minas Gerais (Scolforo et al., 2007), diversos tipos de clima podem ser encontrados nas diferentes regiões do Estado. Esses tipos climáticos em relação ao índice de umidade são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1- Tipos climáticos baseados no índice de umidade (Iu) gerado a partir dos parâmetros do BHC de Thornthwaite & Mather citato por Scolforo et al. (2007).

TIPO DE CLIMA		ÍNDICE DE UMIDADE
A	Super-úmido	Iu \geq 100
B ₄	Úmido	80 \leq Iu < 100
B ₃	Úmido	60 \leq Iu < 80
B ₂	Úmido	40 \leq Iu < 60
B ₁	Úmido	20 \leq Iu < 40
C ₂	Subúmido	0 \leq Iu < 20
C ₁	Subúmido seco	-33,3 \leq Iu < 0
D	Semiárido	-66,7 \leq Iu < -33,3
E	Árido	-100 \leq Iu < -66,7

Fonte: Scolforo et al. (2007)

De acordo com Minas Gerais (2008), considerando-se entre outros fatores a importância socioeconômica da cultura do café para o Estado, o resultado de pesquisas relacionadas ao zoneamento agroclimático e à aptidão climática para a qualidade da bebida, bem como o crescimento das exportações da produção mineira e a necessidade de identificação das regiões produtoras, foram delimitadas as seguintes regiões para a produção de Café no estado de Minas Gerais: Região Sul de Minas, Região dos Cerrados de Minas, Região das Montanhas de Minas e Região do Jequitinhonha de Minas. Entretanto, o Conselho Nacional de Café (CNC), entidade privada que congrega produtores, cooperativas, associações de cafeicultores e federações de agricultura de estados produtores, consideram a região Montanhas de Minas como Matas de Minas e a região do Jequitinhonha de Minas como Chapadas de Minas. Optou-se por usar

nesse trabalho a denominação utilizada pelo CNC (2008), que é a utilizada pelo Concurso de Qualidade – Cafés de Minas.

A região Sul de Minas compreende as áreas geográficas delimitadas pelos paralelos 21° 13' a 22° 10' de latitude e 44° 20' a 47° 20' de longitude, abrangendo parte das Regiões do Alto São Francisco, Metalúrgica e Campo das Vertentes. Caracteriza-se por áreas elevadas, com altitude de 700 a 1.080 m, apresenta uma classificação climática entre os tipos B₂ e B₃ (úmidos), que predominam em grande parte da região. No extremo sul, contudo, verificam-se os tipos climáticos B₄ (úmido) e A (super-úmido), com temperatura amena, sujeitas a geada, com moderada deficiência hídrica e pluviosidade variando entre 1534 e 1876 mm. Apresenta características ambientais favoráveis à produção de bebida fina, sendo que nas lavouras próximas a represas, com elevada umidade relativa, ocorre a produção de café de bebida dura a rio (Minas Gerais, 2008; Scolforo et al., 2007; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais-CETEC, 1983).

A região dos Cerrados de Minas compreende as áreas geográficas delimitadas pelos paralelos 16° 37' a 20° 13' de latitude e 45° 20' a 49° 48' de longitude, abrangendo as Regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e parte do Alto São Francisco e do Noroeste. Caracteriza-se por áreas de altiplano, com altitude de 820 a 1.100 m., com clima do tipo B1 (Úmido) na maior parte da região. Contudo, no limite com as regiões do Alto São Francisco e Sul o clima é do tipo B2 (Úmido), ocorrendo ainda o tipo climático C2 (Subúmido), em uma estreita faixa a nordeste e o clima tipo B3 (Úmido) em uma pequena área do extremo sudeste da região, sujeitas a geada de baixa intensidade e com possibilidade de produção de bebida fina, de corpo mais acentuado (Minas Gerais, 2008; Scolforo et al., 2007; CETEC, 1983)

A região das Matas de Minas compreende as áreas geográficas delimitadas pelos paralelos 40° 50' a 43° 36' de latitude e 18° 35' a 21° 26' de

longitude, abrangendo as regiões da Zona da Mata, Rio Doce e parte das regiões Metalúrgicas e Jequitinhonha. Caracteriza-se por áreas montanhosas, com altitude de 400 a 700 m, úmidas, com médias pluviométricas anuais que estão entre 1534 a 1647 mm e 1077 a 1190 mm, com tipos climáticos que variam do Úmido (B_4 , B_2 e B_1) ao Subúmido (C_2) e Subúmido Seco (C_1), sendo sujeitas a neblina e possibilidade de produção de café de bebida dura a rio (Minas Gerais, 2008; Scolforo et al., 2007; CETEC, 1983).

A região das Chapadas de Minas compreende as áreas geográficas delimitadas pelos paralelos $17^{\circ} 05'$ a $18^{\circ} 09'$ de latitude e $40^{\circ} 50'$ a $42^{\circ} 40'$ de longitude, abrangendo parte das regiões do Jequitinhonha e do Mucuri. Caracteriza-se por áreas de espinho elevado, com altitude de 1.099 m, com médias pluviométricas anuais que apresentam variações mais acentuadas, atingindo opostos de 1191 a 1305 mm e 733 a 847 mm e tipos climáticos Subúmido Seco (C_1) e o Semi-Árido (D). A região é isenta de geada, com reduzido índice de insolação, alta umidade e possibilidade de produção de café de bebida dura a rio (Minas Gerais, 2008; Scolforo et al., 2007; CETEC, 1983)

Por possuir uma grande extensão territorial, o estado de Minas compreende diversas faixas latitudinais, que vão do extremo sul com temperaturas mais amenas ao extremo norte com temperaturas mais quentes. Também no que se referem ao clima, altas altitudes são sinônimo de baixas temperaturas. Conforme Ayoade (2003) a temperatura do ar decresce a uma taxa média de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m de altitude crescente. Dessa forma, em relação à temperatura, as diversas regiões produtoras de café do Estado sofrem a influência das interações entre latitude e altitude. Laviola et al. (2007), trabalhando com o cultivo de cafeiro em altitudes distintas comprovou que a alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeiro são influenciados pela altitude. Decazy et al. (2003) relatam que a altitude e o clima desempenham

um importante papel através da temperatura e da disponibilidade de água e luz, durante o período de maturação do cafeeiro.

O ambiente de produção de café do Sul de Minas é caracterizado, principalmente, pelas seguintes unidades geomorfológicas: *i*) Planalto Dissecado do Sul de Minas, localizado no extremo sul da região com formas de relevo constituídas predominantemente por colinas de topo arredondado, vertentes côncavo-convexas e algumas planícies aluvionares abertas com altitudes médias entre 1000 e 1100 m. Nesse planalto, destingem-se duas áreas mais elevadas, a primeira na região de Poços de Caldas, com escarpas e cristas mais abruptas e com altitudes entre 1500 e 1800 m, e a segunda nas proximidades do Rio Grande, com cristas que atingem até 1600 m de altitude; *ii*) Depressão do Rio Grande: desenvolvida ao longo da drenagem do Rio Grande, constitui-se em um amplo compartimento rebaixado de relevo. A parte sul, em divisa, dentre outros, com a Serra da Mantiqueira, possui um relevo de colinas de altitude média de 1000 m e, entre a Serra da Canastra e o Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, apresenta também um relevo de colinas, com altitudes médias de 800 m; *iii*) Serra da Mantiqueira: no Sul de Minas caracteriza-se por uma região montanhosa e com altitudes que variam entre 1000 e 1800 m (CETEC, 1983).

Pela caracterização geomorfológica do ambiente de produção de café do Sul de Minas observa-se que o cafeeiro desenvolve-se em altitudes que variam entre 800 e 1400 m, sendo que grande parte é produzida em altitudes superiores a 1000 m. Tais níveis de altitude irão influenciar diretamente no clima da região e consequentemente no desenvolvimento fisiológico do cafeeiro.

A região Matas de Minas, que compreende as regiões Leste de Minas Gerais e Zona da Mata Mineira, onde predomina o processamento via seca com a produção de café natural, vem se destacando pela obtenção de cafés de qualidade. No último Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, na categoria café natural, o vencedor foi um produtor do município de Araponga.

A região das Matas de Minas é caracterizada geomorfologicamente por duas unidades principais: os Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas e a Depressão do Rio Doce, caracterizado por altitudes muito variáveis.

Segundo Cortez (1997), as relações entre o clima e a qualidade da bebida das Matas de Minas, assemelha-se, de certa forma, com a região do Jequitinhonha, apresentando baixo déficit hídrico e acúmulo de umidade nos locais de plantio ou de secagem.

Nas áreas de encosta com a Serra da Mantiqueira e com a Serra do Espinhaço, encontram-se cristas que variam entre 1000 e 1200 m, sendo que, nas demais áreas, predominantemente de colinas dissecadas, as altitudes variam de 750 a 800 m. A Depressão do Rio Doce, localizada no Vale do Rio Doce e outros rios, é uma área rebaixada e dissecada constituída por colinas com vales aluviais, com altitudes que variam de 450 a 1000 m. (CETEC, 1983). Assim, nota-se que essa área de produção de café do Estado tende a possuir uma diversidade climática local maior devido diretamente à influência da altitude. Ela compreende áreas em que as temperaturas médias anuais de um extremo variam de 16,8 a 20,7 °C a outro extremo com, temperaturas entre 20,8 a 24,8 °C (Scolforo et al., 2007).

Já na área produtora de café conhecida como Cerrados de Minas há o domínio do Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizado por formas tabulares do tipo mesa e por formas mistas de aplanação e dissecação fluvial, com altitudes variando de 450 a 1000 m, seguido pela unidade geomorfológica Depressão do Paranaíba, com altitudes que variam de 400 a 900 m (CETEC, 1983).

Os cafés do Cerrados de Minas destacaram-se através do Programa Cafés Sustentáveis do Brasil, uma parceria da ABIC (Associação Brasileira da

Indústria do Café) com a CACCE⁴ (Conselho das Associações dos Cafeicultores do Cerrado). Essa região tornou-se a primeira região produtora brasileira de café com demarcação geográfica reconhecida internacionalmente, possuindo um programa de certificação de origem, rastreabilidade e sustentabilidade.

A perfeita definição das estações climáticas, com verão quente e úmido, e inverno ameno e seco, condição única para a produção de excelentes cafés, constitui-se numa peculiaridade do Cerrado. Essa condição climática ocorre pelo fato da região estar em área continental e também por possuir características topográficas como as descritas anteriormente, possibilitando padrão de chuvas diferentes daquelas que ocorrem em outras regiões produtoras de café no Brasil, que sofrem influência direta das massas oceânicas.

Por fim, tem-se a região conhecida como Chapadas de Minas, a qual abrange o Vale do Jequitinhonha e o Vale do Mucuri. Esta região é constituída geomorfologicamente em sua porção leste por uma extensão dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas com altitudes que variam até 800 m. Nela também situa-se o Planalto do Jequitinhonha, que ocupa territorialmente a maior extensão e é caracterizado por áreas aplainadas e rebordos erosivos denominados de chapadas, com altitudes médias que vão até 900 m podendo alguns topos específicos chegarem a 1000 a 1200 m. Com extensões territoriais menores, encontram-se também a Depressão do Jequitinhonha, com superfícies dissecadas e colinas de topo aplainadas, com altitudes que variam de 150 a 400 m e a Zona Rebaixada do Mucuri, com características semelhantes à unidade anterior, mas com altitudes variando em torno de 200 m (CETEC, 1983).

Nessa região, as médias anuais de temperatura variam de 19 a 20 °C na porção mais ao sul a extremos de 24 a 26 °C, ao norte (Scolforo et al., 2007).

⁴ <http://www.cafedocerrado.org>

Essas variações ambientais influenciam diretamente as características de qualidade dos cafés produzidos no Estado, proporcionando uma variabilidade de sabor e aroma que precisam ser melhor identificadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 O Concurso de Qualidade – Cafés de Minas

O presente trabalho foi elaborado a partir dos dados do Concurso de Qualidade dos Cafés de Minas, realizados anualmente pela Emater-MG e pela Universidade Federal de Lavras. Por ser o café uma cultura bianual, optou-se por avaliar as duas últimas edições do concurso realizadas no ano de 2007 e 2008, correspondentes às safras (2006/2007 e 2007/2008).

O concurso foi implantado em 2004, com o objetivo de incentivar a constante melhoria da qualidade e agregar valor ao produto conquistando assim maiores mercados. O concurso é uma promoção da Secretaria de Agricultura, Agropecuária e Abastecimento, sob a coordenação da Emater-MG e da Universidade Federal de Lavras.

Segundo Abraão⁵ (2008) a cada ano, em decorrência das alterações climáticas a qualidade pode ser superior ou inferior de um concurso a outro, o que pode alterar o regulamento e a metodologia de avaliação.

Durante as edições dos anos 2007 e 2008, somente foram aceitas amostras de café da espécie *Coffea arabica* L., tipo 2 para melhor, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 do MAPA (Brasil, 2003), bebida apenas mole ou superior, peneira 16 acima, com vazamento máximo de 5% e o teor de água máximo de 11,5%. As amostras de café foram avaliadas por uma comissão

⁵ ABRAÃO, E. J. (Gerente Executivo – Pólo de Excelência do Café). Comunicação Pessoal, 2008.

julgadora composta por, no mínimo dez classificadores e degustadores, separadas nas categorias de café natural e café cereja descascado.

O número de amostras inscritas foi, respectivamente, de 1161 e 1189, para os anos de 2007 e 2008. Após a inscrição, as amostras foram submetidas à classificação física, sendo desclassificadas as amostras com colorações amareladas, esbranquiçadas e discrepantes, e que não atenderam às especificações mínimas do regulamento.

As amostras classificadas foram avaliadas de acordo com a metodologia da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA). Nas análises sensoriais, a bebida do café foi avaliada quanto ao sabor e o aroma, sendo também avaliados os atributos corpo, acidez, doçura e fragrância, que somadas receberam notas de 0 a 100. As amostras foram ranqueadas considerando-se a nota total, sendo classificadas para etapa seguinte aquelas que apresentaram nota superior a 80 pontos.

Os cafés foram novamente amostrados, classificados, degustados e ranqueados e para o ano de 2007 e 2008, foram selecionados, respectivamente, 30 e 40 participantes, denominados finalistas dos concursos.

Os dados do concurso foram cedidos pela Emater-MG na forma de planilha eletrônica, contendo as seguintes informações sobre as amostras: município, categoria e nota por avaliação.

Com o intuito de caracterizar o ambiente das amostras inscritas foram utilizados os dados de temperatura, pluviosidade e índice de umidade, cedidos pelo ZEE-MG (Scolforo et al., 2007) em formato Geotiff.

Para a caracterização ambiental e distribuição espacial das amostras estudadas, foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG), de código aberto TerraView⁶.

⁶ *TerraView*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. Acessado em: setembro 2008.

3.2 Análise espacial dos anos 2007 e 2008

Os dados do concurso foram agrupados em uma planilha eletrônica, por município e suas respectivas categorias, seguindo as fases:

- 1 (primeira fase): total de inscritos. Nessa fase, foram considerados todos os inscritos, independentemente da sua classificação.
- 2 (segunda fase): amostras aprovadas na classificação física. Nessa fase, todas as amostras foram avaliadas sensorialmente, recebendo nota de 0 a 100.
- 3 (terceira fase): amostras que apresentaram, na análise sensorial da segunda fase, nota superior a 80 pontos.
- 4 (quarta fase): amostras classificadas como finalistas.

As amostras foram espacializadas com base na localização geográfica (latitude e longitude) da sede do município ao qual pertenciam. No SIG, os dados foram integrados à base geográfica digital de municípios de Minas Gerais, disponibilizada pelo GeoMinas (Minas Gerais, 2009). Os dados foram organizados em planilha eletrônica contendo nas colunas: o nome do município e as respectivas combinações entre categoria e fases (café natural fase 1, café cereja descascado fase 1, total fase 1; café natural fase 2, café cereja descascado fase 2, total fase 2 e assim sucessivamente).

De posse do banco de dados, contendo a pontuação e seus atributos, utilizou-se uma ferramenta exploratória para examinar as propriedades de primeira ordem do processo pontual, o ‘Estimador Kernel Quártico’.

O método estima a densidade de amostras numa posição (x, y) contabilizando o número de eventos dentro de um dado raio r , em torno de (x, y). Essa contagem é ponderada pela distância de cada evento ao ponto de referência (x, y) através de uma função. A função Quártico associa um valor a um ponto da região baseado na distância de cada evento vizinho a ele (Tassinari et al., 2004).

Foi utilizada a variação de *bandwidth* que determina a quantidade de suavização do mapa, sendo a qualidade do mapa de Kernel definida por esse parâmetro. Esse parâmetro reflete a escala geográfica da hipótese de interesse (Tassinari et al., 2004).

Foram gerados mapas de Kernel para cada uma das fases, avaliando as categorias café natural e café cereja descascado e o total de amostras para cada ano. Os mapas foram gerados no TerraView e os parâmetros do algoritmo utilizado foram: Grade sobre eventos, Eventos com atributos (cada fase, por categoria, foi um atributo), Função: Quártico, Cálculo: Média Móvel Espacial - retorna o número esperado de crimes por unidade de área e Raio adaptativo. O raio adaptativo pode ser calculando utilizando-se a equação 1:

$$\hat{\lambda}_{(s)} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k \left(\frac{(s - s_i)}{\tau} \right) \quad \text{eq. (1)}$$

Em que: $\hat{\lambda}_{(s)}$ – estimador de intensidade amostral; $k(\cdot)$ – função Kernel de ponderação; τ - largura de banda; s – centro da área a ser estimada; s_i – local o ponto; n – número total de pontos (eventos).

As regiões denominadas *Hot Point* são as áreas que, dentro do raio observado, apresentaram o maior número de amostras.

Mapas de Kernel foram gerados para as fases 1, 2, 3, 4 sendo avaliadas as categorias café natural e café cereja descascado para cada ano.

3.3 Análise química: trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos (5-ACQ)

As análises químicas de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeiolquínico foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig, localizado no Centro Tecnológico do Sul de Minas em Lavras-MG.

Para a realização dessas análises químicas, os grãos crus de café foram moídos por cerca de 30 segundos em moinho multi-uso modelo TE 631 da marca Tecnal, adicionando-se nitrogênio líquido para facilitar a moagem e evitar oxidações nas amostras. Os compostos não voláteis cafeína, trigonelina e ácido-5-cafeiolquínico, foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo metodologia de Malta et al. (2008).

– Extração

Foram pesadas 0,5 g de amostra, diluída em 50 ml de água destilada em ebulição, agitando-se por 3 minutos em banho-maria, com água em ebulição. O extrato foi então filtrado em papel filtro Qualy®. Após a filtragem de papel, o extrato passou por uma nova filtragem com membrana millipore de 0,45µm, para então realizar as leituras em HPLC.

– Análise Química do Extrato

Utilizou-se, para as análises por CLAE, um cromatógrafo da marca Schimadzu (modelo LC-10AD), com sistema de detecção por arranjo de diodos (DAD), coluna LiChrospher C₁₈ (5mm, 250mm x 4,6mm). A fase móvel constituiu-se de metanol, água e ácido acético (20: 80: 1), com uma vazão de 1ml/min. Para identificação e análise quantitativa, foram utilizados padrões de cafeína, trigonelina e ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).

3.4 Análises estatísticas das variáveis químicas, ambientais e qualidade sensorial das amostras de 2007

Considerando-se os classificados na quarta fase, ou seja, participantes finalistas, 15 amostras de cada categoria (café natural e café cereja descascada)

foram aleatoriamente selecionadas, sendo 30 com notas acima de 80 pontos e 30 com notas abaixo de 75 pontos, totalizando 60 amostras.

Nessas amostras, foram realizadas análises químicas dos seguintes compostos: trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos.

Todas as 60 amostras foram georreferenciadas por GPS, seguindo as especificações do DATUM SAD 69.

Os dados de temperatura, pluviosidade e índice de umidade foram obtidos do ZEE-MG (Scolforo et al., 2007).

3.4.1 Análises de Componentes Principais (ACP)

Em uma planilha eletrônica, os dados foram agrupados por: município; categoria; dados geográficos: latitude, longitude e altitude; dados ambientais: temperatura, pluviosidade e índice de umidade; compostos químicos: trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína e nota.

Para o estudo das correlações dos compostos químicos: trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos; atributos climatológicos: temperatura, pluviosidade e índice de umidade; e qualidade sensorial; foram realizadas análises de componentes principais (ACP) em conjunto com a técnica de Biplots.

Essa técnica de análise multivariada consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, de dimensões equivalentes, porém com propriedades importantes. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, sendo independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação contida nos dados iniciais.

O principal objetivo dessa técnica é a redução da dimensionalidade do conjunto original de variáveis, com a menor perda de informação possível, além

de permitir o agrupamento de caracteres similares, mediante dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensionais (Mingoti, 2005).

Os coeficientes estimados para cada componente foram obtidos através de matriz de correlação dos grupos de variáveis ambientais e químicas inerente a cada categoria de café.

A análise foi realizada com as variáveis centradas na média para padronização da escala.

3.4.2 Análises Geoestatísticas

Foram estudadas a dependência espacial das variáveis ambientais e químicas e a qualidade sensorial através do programa geoestatístico R, sendo usado o pacote GeoR⁷.

3.4.3 Análises de Correlações Canônicas

Foram estudadas as correlações entre as variáveis ambientais e químicas e qualidade sensorial (Mingoti, 2005). Essa metodologia desenvolvida por Hotelling (1936) citado por Mingoti (2005) analisa a relação entre dois conjuntos de variáveis. A correlação canônica produz uma combinação linear de cada grupo de variáveis, gerando assim, duas variáveis canônicas, tal que a correlação entre as duas seja máxima. O processo de construção de variáveis canônicas continua até que o número de pares de variáveis canônicas seja igual ao número de variáveis originais do menor grupo.

⁷ Disponível em: www.r-project.org, 2008

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros climáticos do estado de Minas Gerais foram descritos de acordo com os resultados do ZEE-MG (Scolforo et al., 2007). Os mapas de pluviosidade, temperatura do ar e índice de umidade foram usados buscando-se relacionar a distribuição desses parâmetros com os municípios participantes do concurso, nos anos de 2007 e 2008.

Para visualizar a espacialização da qualidade, foi realizada também a distribuição espacial das amostras dos cafés inscritos nos dois anos. Em seguida, sessenta amostras de café, sorteadas entre os finalistas do concurso de 2007, foram estudadas tendo em vista as correlações de sua qualidade com variáveis ambientais e químicas.

4.1 Condições climáticas das regiões cafeeiras do Estado e sua relação com a qualidade da bebida do café

A Figura 1 apresenta o mapa de pluviosidade do estado de Minas Gerais, com a distribuição das chuvas de acordo com as normais climatológicas (1961-1990) (Scolforo et al., 2007). Observam-se quatro faixas de precipitação média anual evidenciando regiões com volume variando de menor que 1000 mm até maior que 1500 mm, de precipitação anual total. De acordo com Alégre (1959) citado por Rena et al. (1986) a precipitação anual ótima para o cafeeiro está entre 1200 e 1800 mm, mas cresce e produz bem de 800 mm a 2000 mm.

A precipitação é um dos atributos climatológicos que mais influencia nas fases fenológicas do cafeeiro e é utilizado para ordenar geograficamente áreas aptas, restritas e inaptas ao cultivo. Atualmente, regiões restritas quanto à disponibilidade hídrica, mas que adotaram práticas de irrigação suplementar, têm apresentado destaque tanto na produtividade quanto na qualidade da bebida

do café. Entretanto, mesmo nas áreas aptas ao cultivo, por causa da ocorrência de veranicos, a aplicação da irrigação suplementar torna-se importante para minimizar o déficit hídrico nas fases primordiais em que o cafeeiro necessita de água.

De acordo com Camargo et al. (1984), Camargo (1985) e Cupolilo (2007), mesmo em regiões onde a precipitação total anual é suficiente para o desenvolvimento da cultura, a ocorrência de veranicos, nas fases mais sensíveis ao déficit hídrico pode acarretar atraso na maturação dos frutos e queda de produtividade do cafeeiro.

Estudando a frequência média de veranico, por meio da análise de dezoito mapas relacionados à estação chuvosa, Cupolillo (2008) observou que os maiores valores de frequência média ocorreram no norte, noroeste, nordeste, leste e sudeste do Estado, principalmente no primeiro e segundo decêndios de fevereiro; e em relação à localização da frequência média do veranico em áreas isoladas, distribuídas por Minas Gerais, coincidiram com as altitudes mais elevadas e observadas no primeiro decêndio de dezembro.

A irrigação suplementar possibilita à cafeicultura uma nova distribuição geográfica, incorporando áreas antes inaptas ao cultivo, hoje transformadas em áreas de destaque na produção e qualidade da bebida, como as áreas do Cerrado mineiro.

De acordo com Matiello (1991); Carmago & Camargo (2001) e Camargo (2007), no período de vegetação e frutificação o cafeeiro necessita de maior umidade no solo e na fase de colheita e repouso, essa necessidade é pequena, podendo o solo ficar com uma menor umidade, sem grandes prejuízos para a planta.

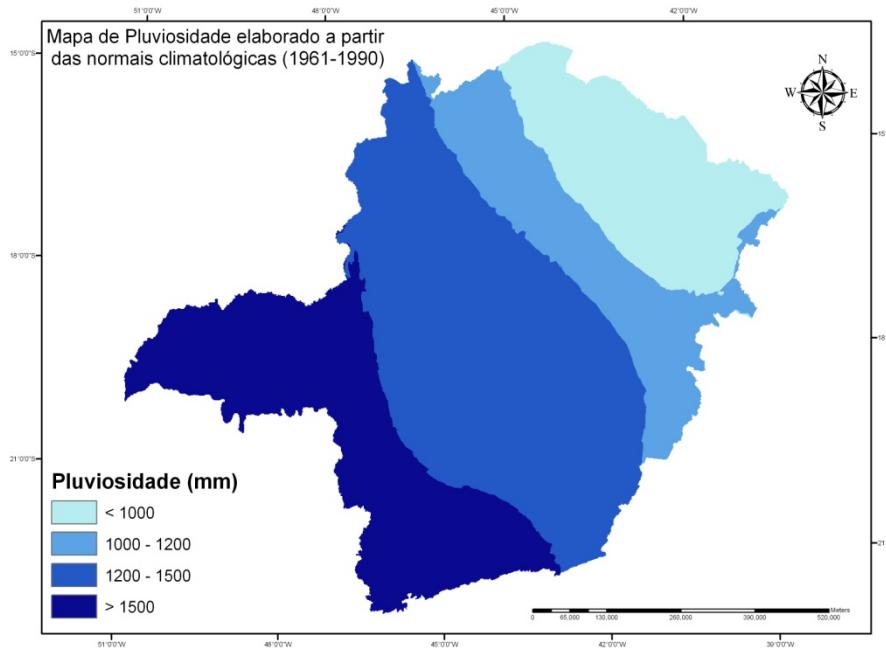


FIGURA 1 – Mapa de pluviosidade, adaptado de Scolforo et al. (2007)

Quanto à dinâmica atmosférica, o Estado encontra-se sujeito à influência de mecanismos de larga escala, como os anticiclones quase-estacionários do Atlântico Sul e do Pacífico Sul, responsáveis, em grande parte, pelas condições do tempo meteorológico sobre o Estado, justificando a estação seca no inverno e chuvas no verão (Cupolillo, 2007). Segundo o mesmo autor, o centro de baixa pressão provoca intensas formações convectivas que penetram no estado de Minas Gerais, associando-se às frentes polares e dando origem a uma larga faixa de grande nebulosidade, não raras vezes estacionando-se sobre Minas Gerais no sentido noroeste-sudeste, dando origem à Zona de Convergência do Atlântico Sul, responsável por chuvas contínuas.

No mapa de temperatura (Figura 2), de acordo com as normais climatológicas (1961-1990) (Scolforo et al., 2007), observa-se a grande extensão

territorial do Estado compreendendo diversas faixas latitudinais que vão desde o extremo sul com temperaturas mais amenas ao extremo norte com temperaturas mais quentes. Podem-se observar faixas de temperatura das áreas com limites térmicos para o cultivo do café, variando de 12 a 26 °C.

Alégre (1959) citado por Rena et al. (1986) afirma que o cafeeiro não tolera variações muito amplas de temperatura, sendo a ótima compreendida entre 18 e 21°C.

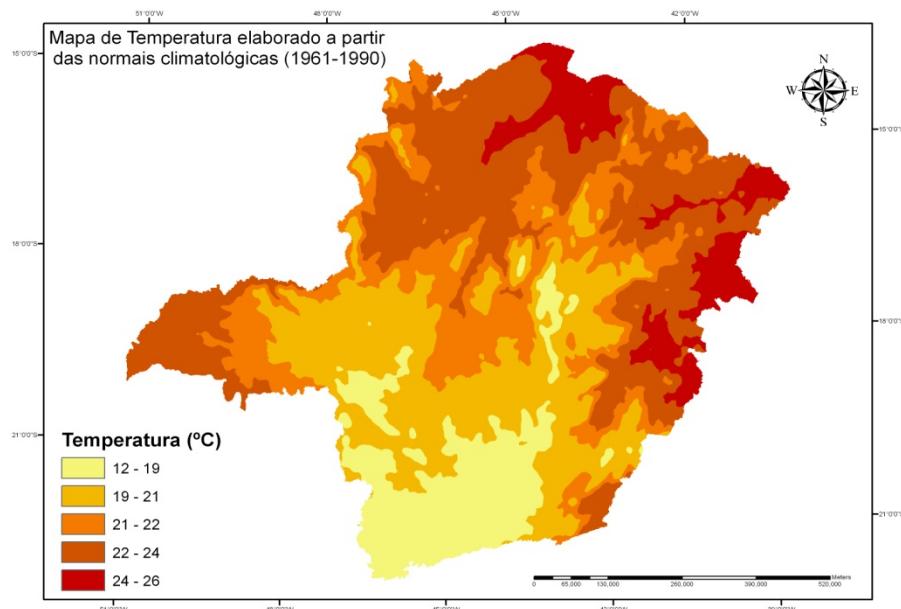


FIGURA 2 – Mapa de Temperatura, adaptado de Scolforo et al. (2007).

A temperatura é um fator climático importante na pré-colheita, colheita e pós-colheita. Na pré-colheita, as altas temperaturas influenciam na desfolha principalmente durante o estágio de frutificação, como relatado por Rena et al. (1986). Essa desfolha durante a frutificação pode ocasionar em prejuízo para a

planta que necessita desses aparatos para realizar o enchimento dos frutos. Já em outros relatos na literatura, como os primeiros trabalhos realizados com cafeeiro, demonstram que a queda da temperatura em decorrência das chuvas ocasiona a quebra de dormência de botões florais (Mes, 1957; Browning, 1977 citados por Soares et al., 2005). Camargo et al. (2007) observou também que temperaturas elevadas podem provocar redução no crescimento vegetativo e a descoloração foliar do cafeeiro. Essas reduções e a perda de pigmentação foliar irão prejudicar a lavoura de café e consequentemente haverá perda na qualidade final do produto.

Na colheita e pós-colheita sua influencia é maior quando somada ao fator umidade, propiciando a proliferação de pragas que irão afetar a qualidade da bebida.

Em regiões que apresentam temperatura elevada, a forma de processamento dos frutos de café por via úmida, ou seja, café cereja descascado, propiciará uma melhor qualidade da bebida, evitando fermentações indesejáveis à qualidade. Outros autores que estudaram os efeitos do clima e do ambiente sobre a qualidade da bebida do café relataram a forte influência tanto da temperatura quanto da precipitação, na qualidade (Decazy et al., 2003).

Outro fator climático importante é representado pelo índice de umidade apresentado na forma de mapa, como pode ser observado na Figura 3, baseado nas normais climatológicas (1961-1990) (Scolforo et al., 2007).

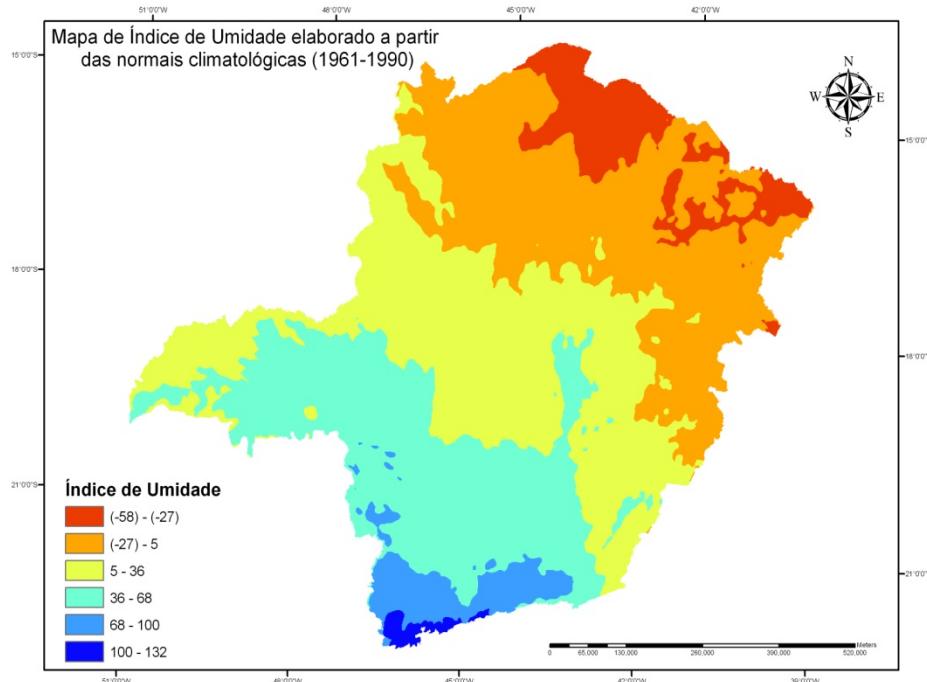


FIGURA 3 Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007).

No mapa de índice de umidade (Figura 3) observam-se áreas com disponibilidade hídrica e déficit hídrico. A cor vermelha representa as áreas com maior déficit e as áreas em azul intenso, áreas com alta umidade.

Para a cafeicultura, os dados de índice de umidade, podem representar uma boa ferramenta para a espacialização da cultura e melhoria do atual modelo de zoneamento citado por Meireles et al. (2007), propiciando resultados mais precisos.

Outro fator ambiental de grande relevância para a cafeicultura é o relevo que, para uma mesma região, diferencia climas mais frios em altitudes maiores, quando comparados à média da região. Além disso, existe a influência da disposição geográfica das encostas que afeta a radiação solar.

Baseado em aspectos físicos-ambientais que influenciam na produção de café, Rios (1997) caracterizou áreas de produção por regiões e definindo-as como Sul de Minas, Montanhas de Minas, Cerrados de Minas e Jequitinhonha de Minas e na Figura 4, observa-se uma adaptação de terminologias de Rios (1997) e CNC (2008) que foi utilizada na discussão do presente trabalho.

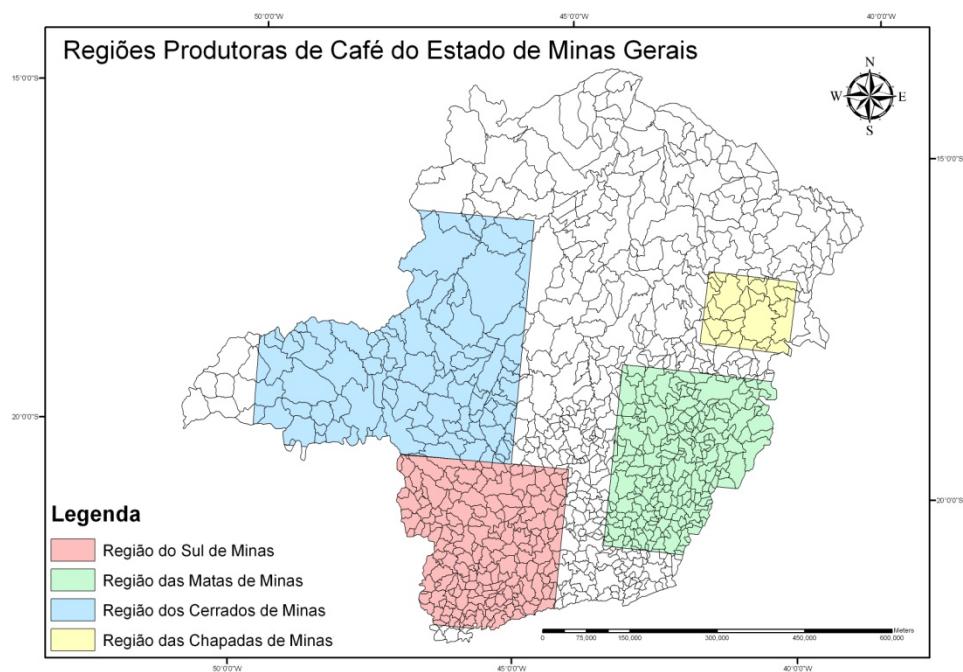


FIGURA 4 Mapa das regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais, adaptado de Rios (1997).

Na Figura 4, a cor rosa representa a região do Sul de Minas, a cor verde representa as Matas de Minas, a cor azul representa os Cerrados de Minas e amarelo a região das Chapadas de Minas.

4.2 Descrições da distribuição espacial das amostras de 2007 e 2008 para

todas as fases e categorias

A descrição da distribuição espacial das amostras de cafés do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, de 2007 e 2008, para todas as fases e categorias, está apresentada na forma de mapas representados nas Figuras de 5 a 8.

Nessas Figuras, observam-se regiões representadas por diferentes cores. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras, denominada *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixas e muito baixas concentrações são representadas, respectivamente, pelas cores: amarelo, verde e azul.

Assim, nas Figuras 5 e 6 são apresentados os focos de intensidade amostral na primeira e segunda fase de 2007, respectivamente, para todas as categorias café natural e cereja descascado.

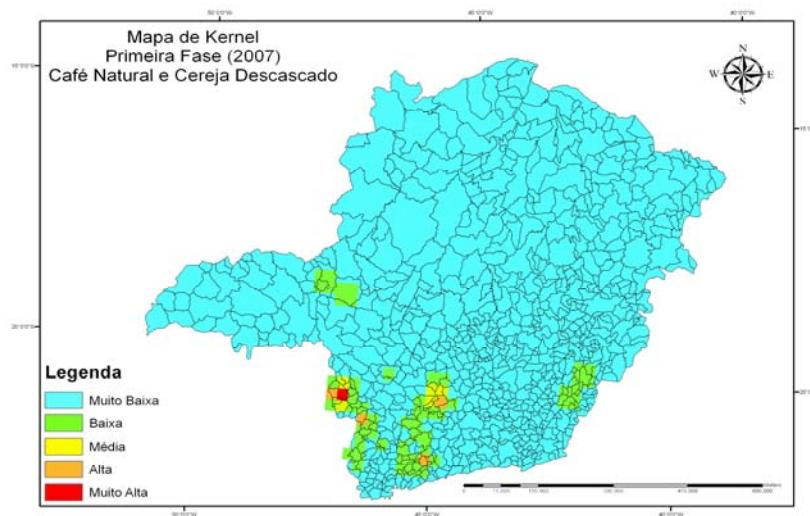


FIGURA 5 Mapa de Kernel: primeira fase das categorias café natural e cereja descascado para o ano de 2007

Na Figura 5, pode ser observado um foco de concentração amostral muito alta, ou seja, um *Hot Point*, em vermelho no mapa, localizado no município de São Sebastião do Paraíso e três focos de alta intensidade amostral na cor laranja.

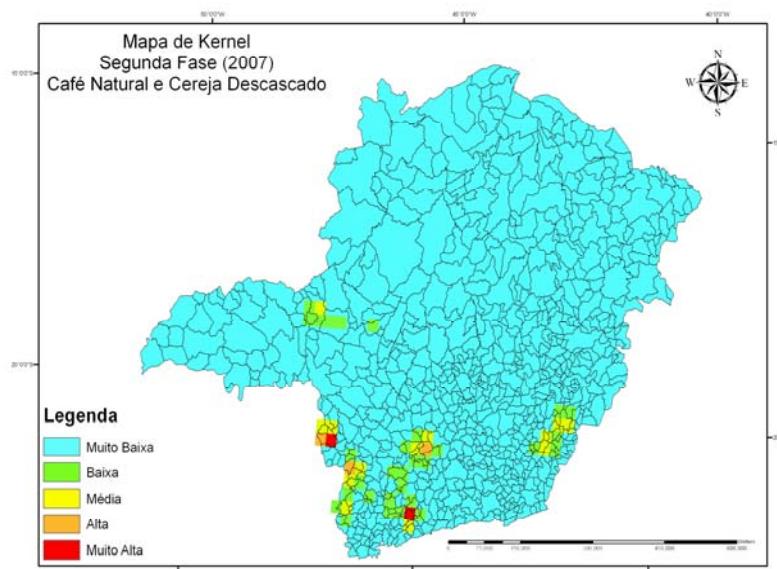


FIGURA 6 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

A Figura 6, apresenta uma maior distribuição dos focos de média intensidade amostral, surgindo nas regiões dos Cerrados de Minas, Matas de Minas e Sul de Minas. Observa-se também a ocorrência de dois *Hot Points* um a sudoeste da região do Sul de Minas e outra ao extremo sul da região.

Comparando-se as Figuras 6 e 7 nota-se que os focos de média intensidade amostral, na região das Matas de Minas, presentes na segunda fase

do concurso (Figura 6) desaparecem na terceira fase (Figura 7), tornando-se focos de baixa intensidade amostral.

Nas Figuras 7 e 8, observam-se a distribuição espacial das amostras de cafés do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, de 2007 na terceira e quarta fase de 2007, respectivamente, nas categorias café natural e cereja descascado. Na terceira fase (Figura 7), observam-se focos de altas e médias intensidades amostrais na região do Sul de Minas.

Na quarta fase para o ano de 2007 (Figura 8), pode-se observar que o *Hot Point* concentra-se no extremo sul da região Sul de Minas, e em seu entorno, focos de alta e média intensidade amostral.

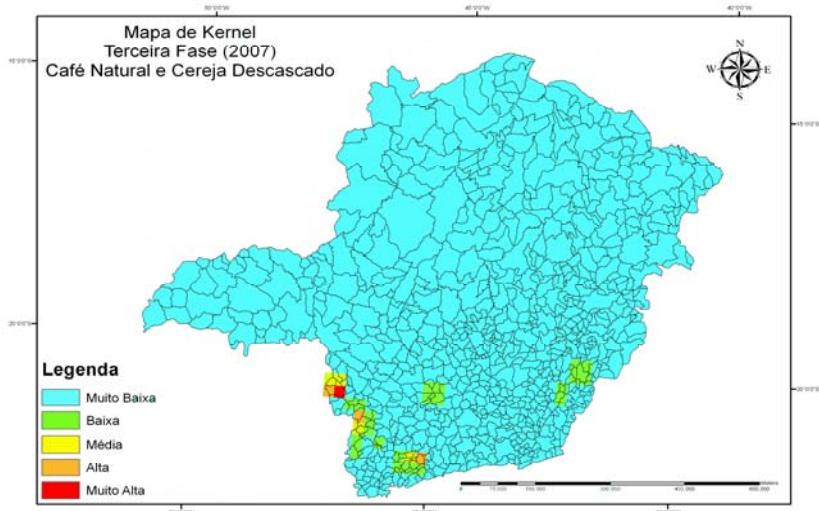


FIGURA 7 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

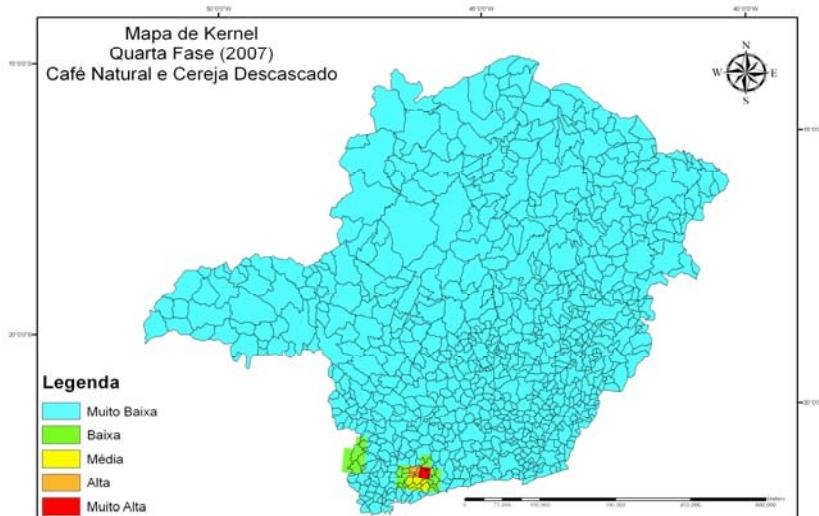


FIGURA 8 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

A distribuição espacial realizada para todas as fases e categorias do ano de 2008 é representada pelos mapas das Figuras 9, 10, 11 e 12.

Observa-se na Figura 9, o mapa da primeira fase do concurso de 2008 com uma maior distribuição de focos de baixa intensidade amostral e a ocorrência de um *Hot Point* localizado a sudoeste da região do Sul de Minas.

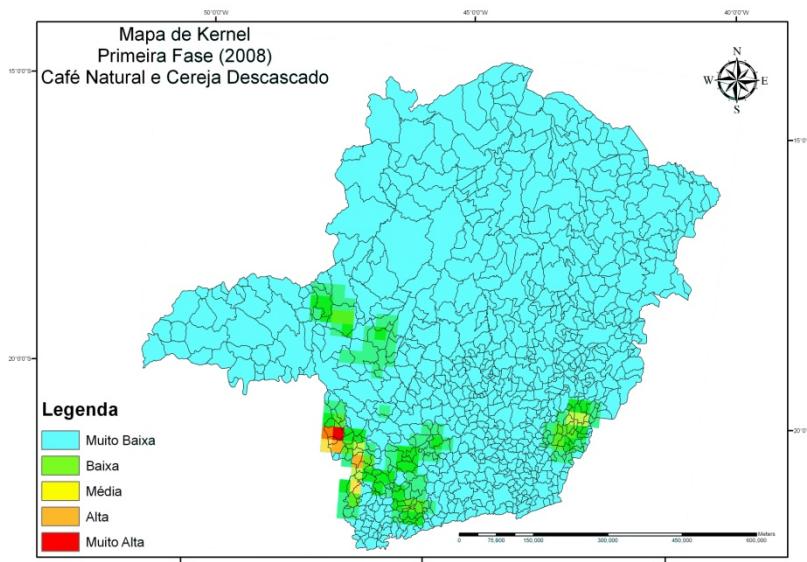


FIGURA 9 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Podem-se observar também focos de alta intensidade amostral à sudoeste do Sul de Minas e um foco de média intensidade amostral na região das Matas de Minas que compreende o Leste e Zona da Mata. De acordo com o mapa da segunda fase (Figura 10), o surgimento de focos de média intensidade amostral, pode ser observado na região dos Cerrados de Minas, mais

precisamente no Triângulo e Alto Paranaíba, com uma ocorrência do *Hot Point* ao extremo sul da região do Sul de Minas.

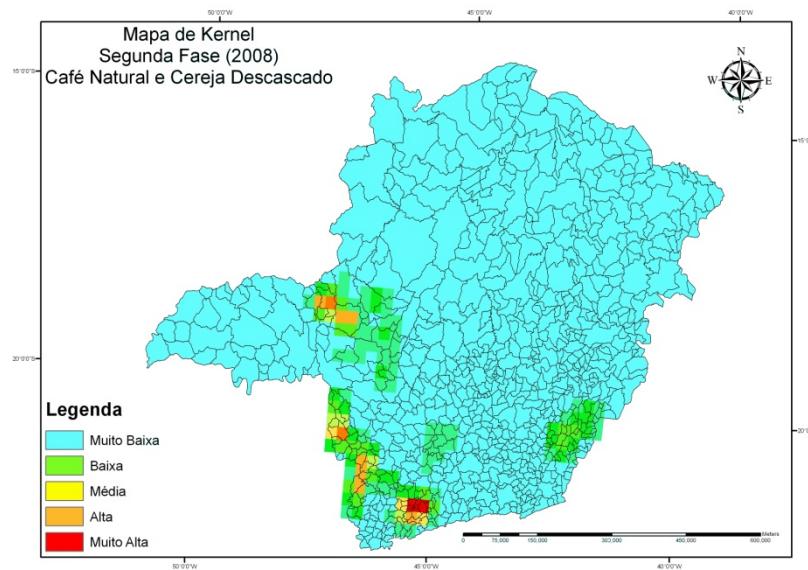


FIGURA 10 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Ainda na segunda fase do concurso (Figura 10), nota-se para a região sudoeste do Sul de Minas focos de alta e média intensidade amostral. No mapa da terceira fase (Figura 11), pode-se observar a ocorrência do *Hot Point* no extremo sul da região do Sul de Minas e um foco de média intensidade amostral localizado a sudoeste da região, esse foco permanece como na Figura 10.

Para a quarta fase do concurso (Figura 12), esta caracterizada pelos pré-finalistas, observa-se no mapa que as mesmas características apresentadas na terceira fase (Figura 11) permanecem, com o *Hot Point* localizado no extremo sul da região do Sul de Minas.

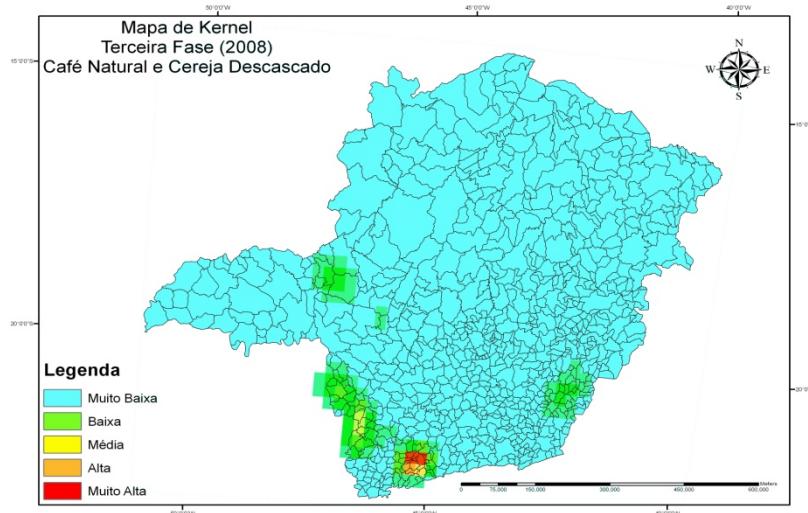


FIGURA 11 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

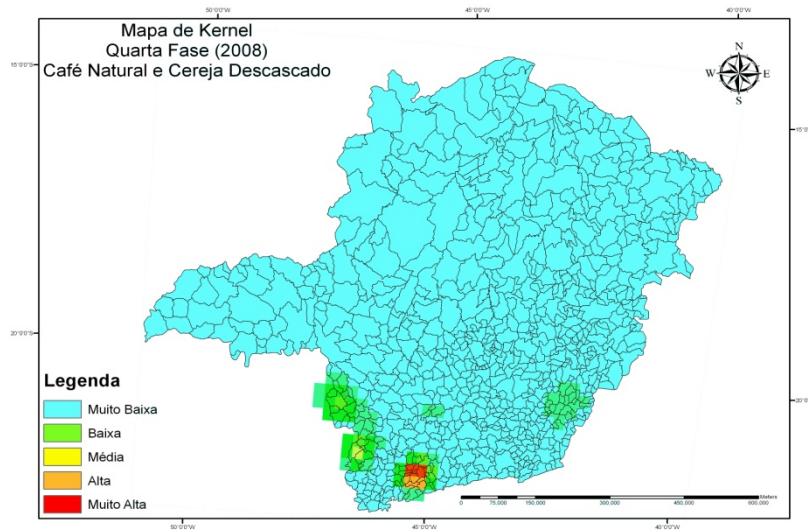


FIGURA 12 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Mudanças no padrão da distribuição dos *Hot Points* de um ano para o outro podem ser observadas, contudo, ao estudar as categorias em sua totalidade, não foi possível estabelecer relação entre as características do ambiente e a qualidade sensorial, tendo em vista que o perfil sensorial das duas categorias café natural e café cereja descascado são distintos.

Entretanto, esse padrão reflete uma estratégia de mobilização por parte dos extensionistas da Emater-MG que realizam o trabalho em cada propriedade, estimulando o produtor a investir mais em qualidade. Outra sugestão para esse resultado apresentado, é que a organização do ano de 2007 foi diferenciada do ano de 2008, sendo criados pólos em algumas cidades do Estado onde se realizaram as primeiras fases do concurso, as avaliações físicas e sensoriais.

Esse fenômeno, portanto mostra-se eficaz no suporte de planejamento dos próximos concursos, lembrando que o principal objetivo do concurso é a divulgação, mobilização e a constante melhoria pela qualidade dos cafés de Minas Gerais.

Para se estabelecer possíveis relações entre o ambiente e a qualidade sensorial do café, os padrões de distribuição espacial serão apresentados separadamente para as distintas categorias.

4.2.1 Análise da categoria café natural das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2007

A descrição da distribuição espacial das amostras de 2007 para a categoria café natural, em todas as quatro fases do concurso está apresentada na forma de mapas obtidos pelo método de Kernel. Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, os mapas foram agrupados em função das fases do concurso. Observam-se, nas Figuras 13, 14 e 15,16, regiões representadas por diferentes cores. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras, denominada *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta

concentração. As regiões com média, baixas e muito baixas concentrações são representadas, respectivamente, pelas cores: amarelo, verde e azul.

No mapa que representa a primeira fase para a categoria café natural de 2007 (Figura 13), pode-se observar que o *Hot Point* está localizado a sudoeste da região do Sul de Minas. Observam-se também focos de média intensidade amostral na região dos Cerrados de Minas e na região do Sul de Minas.

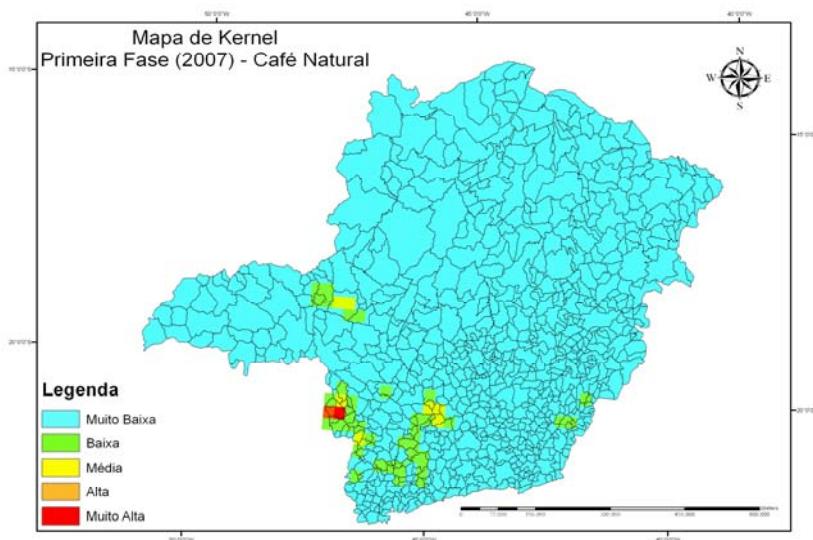


FIGURA 13 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

Pode-se observar no mapa da segunda fase do concurso (Figura 14) uma melhor distribuição dos focos de média e alta intensidade amostral entre as regiões dos Cerrados de Minas e Sul de Minas e um foco de baixa intensidade amostral na região das Matas de Minas. O *Hot Point* permanece a sudoeste da região do Sul de Minas como observado na Figura 14.

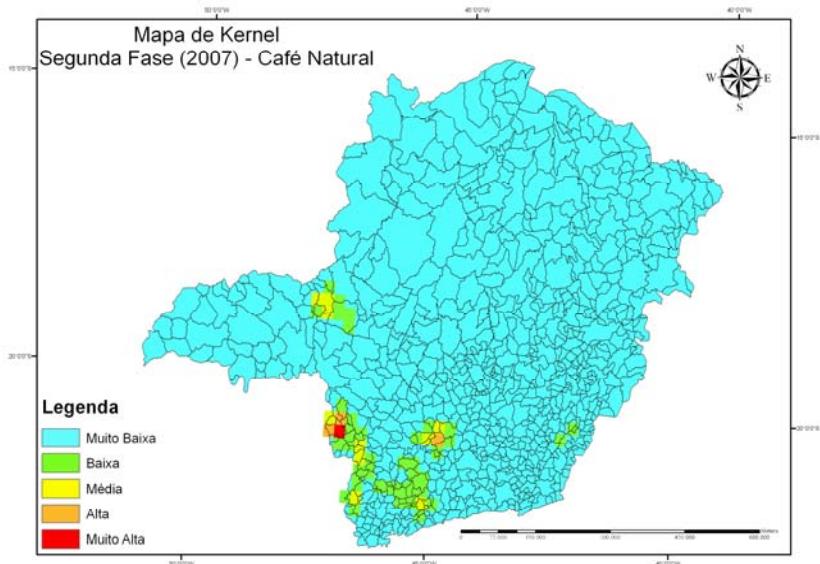


FIGURA 14 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

Para o mapa da terceira fase do concurso (Figura 15) as características observadas na segunda fase (Figura 14) permanecem as mesmas, entretanto, nota-se que parte dos focos de alta e média intensidade amostral, localizados na região dos Cerrados de Minas e na região dos Campos das Vertentes no Sul de Minas, desaparece na terceira fase (Figura 15), mantendo-se fixo o *Hot Point* a sudoeste da região do Sul de Minas.

No mapa da quarta fase do concurso (Figura 16) pode ser observada uma alteração na localização do *Hot Point*, ocorrendo uma migração do sudoeste da região do Sul de Minas para o extremo sul da região do Sul de Minas.

A região do Sul de Minas, sob o ponto de vista topográfico, apresenta altitude média de 1000 m, sendo então caracterizada por apresentar precipitação anual que varia de 1534 a 1876 mm, e categorizada como tipo climático úmido, apresentando temperaturas entre 19 a 21 °C (Scolforo et al., 2007).

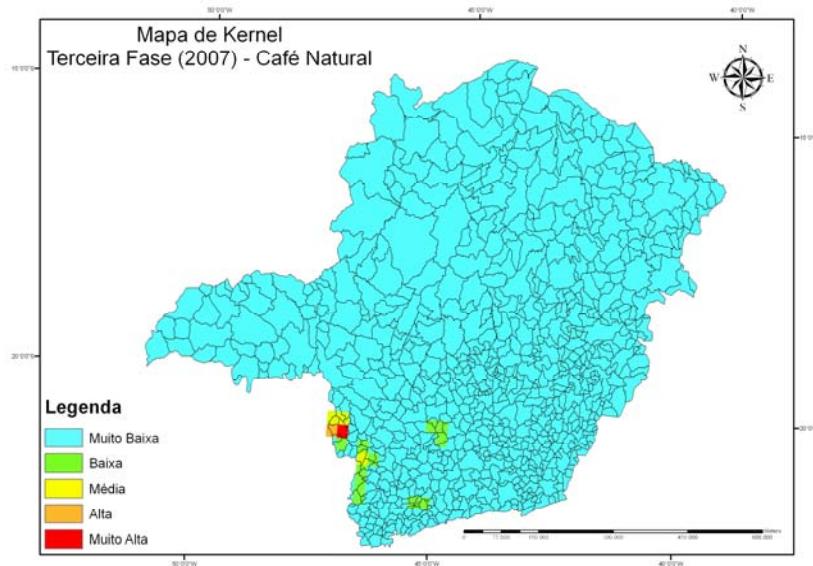


FIGURA 15 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

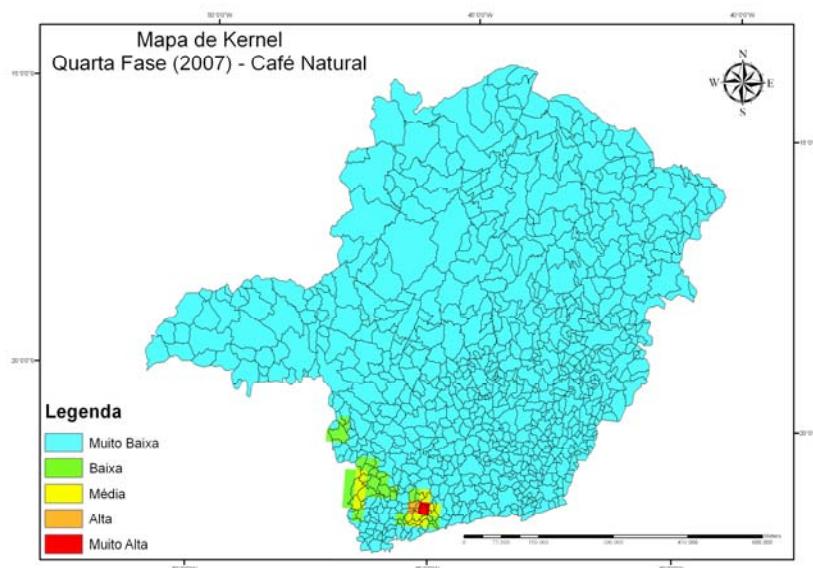


FIGURA 16 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

Na região dos Cerrados de Minas, mais precisamente na região do Triângulo Mineiro, ocorre uma alteração entre os mapas gerados para primeira fase (Figura 14) e segunda fase (Figura 15). Pode-se observar uma migração do *Hot Point* na região do Sul de Minas, no município de Patrocínio para Monte Carmelo. Segundo análise numérica do banco de dados, 50% das amostras de Patrocínio não se classificaram na avaliação física do concurso, enquanto que Monte Carmelo permanece com 100% de suas amostras classificadas e essas observações podem explicar a distribuição para tal região.

Já para a terceira fase (Figura 15) do concurso, o *Hot Point* concentrou-se ao extremo sul da região do Sul de Minas. A região é bem montanhosa e possui uma topografia peculiar influenciada pela Serra da Mantiqueira, com altitudes que variam entre 1000 a 1800 m, geomorfologicamente constituída pela Serra da Canastra e o Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná. O tipo climático é categorizado como superúmido com temperaturas médias anuais que variam entre 12 a 19 °C (CETEC, 1983).

Avelino et al. (2002), trabalhando com “*terroir*” para cafés especiais da Costa Rica, observaram que dados de precipitação anual caracterizavam o clima de uma região e que essa parcela anual de pluviosidade quando similar às outras, poderia igualar as condições climáticas daquelas geograficamente próximas.

A aparição do *Hot Point* no extremo sul da região do Sul de Minas na quarta fase do concurso (Figura 16) é altamente influenciada pelas amostras do município de Carmo de Minas. Esse município apresenta um histórico de produção de cafés de qualidade. Nos últimos concursos de qualidade de café nacional um produtor do município tem ganhado destaque com o café produzido, conquistando os degustadores internacionais⁸.

O vencedor do último concurso nacional revela que o maior gasto com a lavoura se dá com a mão-de-obra, pois realiza uma colheita seletiva, que

⁸ <http://www.revistacafeicultura.com.br>

segundo Borém (2008) é o tipo de colheita ideal para produção de cafés de alta qualidade. Em relação à variedade mais cultivada na região, o Bourbon vermelho e amarelo destaca-se por apresentar uma maturação mais precoce quando comparada às variedades tradicionais.

Alguns autores afirmam que o clima e a altitude desempenham um importante papel no período de maturação do cafeiro em decorrência da temperatura, luz e água disponível (Clifford & Wilson, 1985; Decazy et al., 2003, citado por Bertrand et al., 2006) o que talvez explicasse o padrão de distribuição das amostras para a região do Sul de Minas.

4.2.2 Análise da categoria café cereja descascado das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2007

A descrição da distribuição espacial das amostras de 2007 para a categoria café cereja descascado, em todas as quatro fases do concurso está apresentada na forma de mapas obtidos pelo método de Kernel. Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, os mapas foram agrupados em função das fases do concurso. Observam-se, nas Figuras 17, 18 e 19, 20, regiões representadas por diferentes cores. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras, denominada *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixas e muito baixas concentrações são representadas, respectivamente, pelas cores: amarelo, verde e azul.

No mapa da primeira fase (Figura 17), onde se concentram todos os inscritos para categoria café cereja descascado, observou-se um foco de média intensidade amostral na região das Matas de Minas, enquanto que o *Hot Point* localizava-se no extremo sul do Sul de Minas. Para o mapa da segunda fase (Figura 18), notam-se focos de alta intensidade amostral para a região das Matas

de Minas, entretanto, o *Hot Point* manteve-se localizado no extremo sul da região do Sul de Minas.

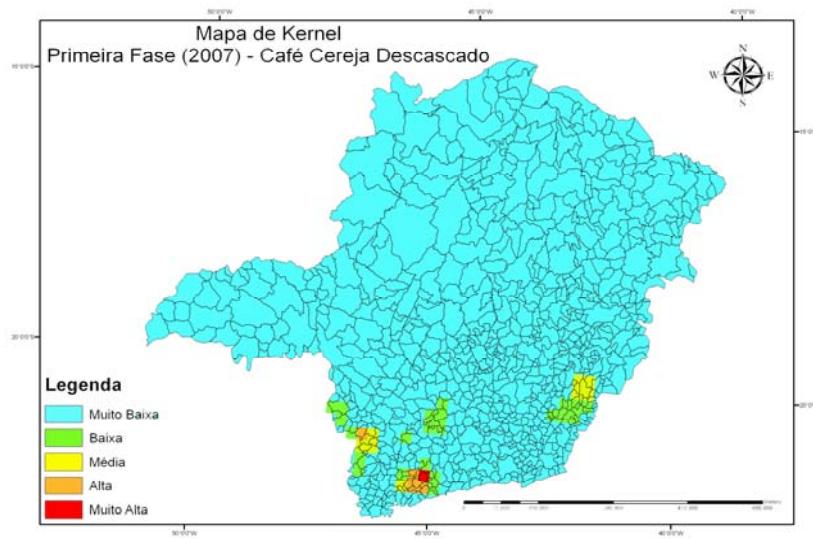


FIGURA 17 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

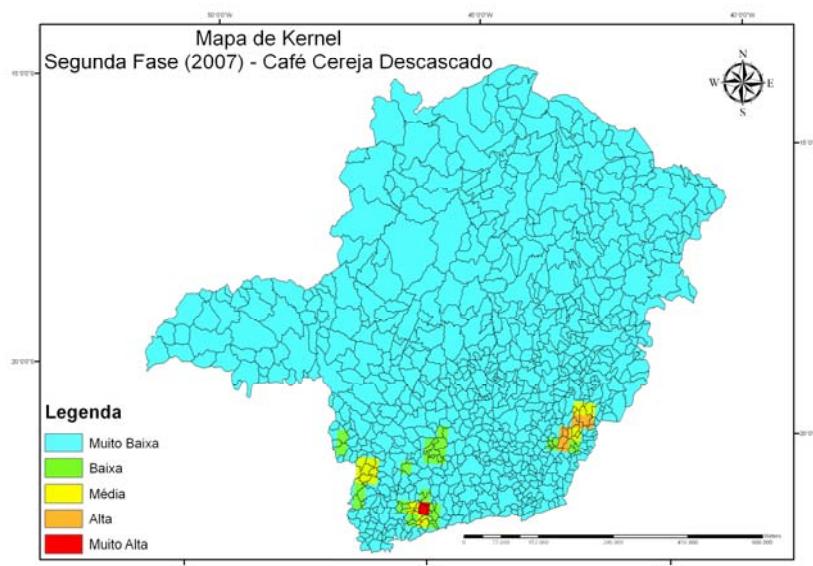


FIGURA 18 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

Quando se analisa a terceira fase (Figura 19) do concurso para a categoria café cereja descascado em 2007, verifica-se um leve aumento na concentração do *Hot Point* no extremo sul da região do Sul de Minas, surgindo um *Hot Point* na região das Matas de Minas, no entanto permanecendo leves intensidades amostrais na região do Campo das Vertentes.

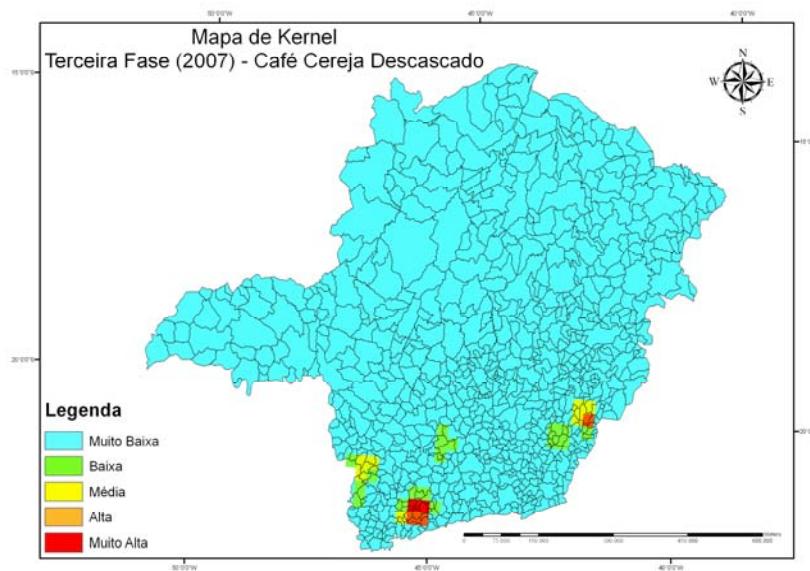


FIGURA 19 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

Para o mapa da quarta fase (Figura 20) observa-se que o *Hot Point*, que estava concentrado na região das Matas de Minas no mapa da terceira fase (Figura 19), migra na quarta fase do concurso (Figura 20) para o extremo sul da região do Sul de Minas.

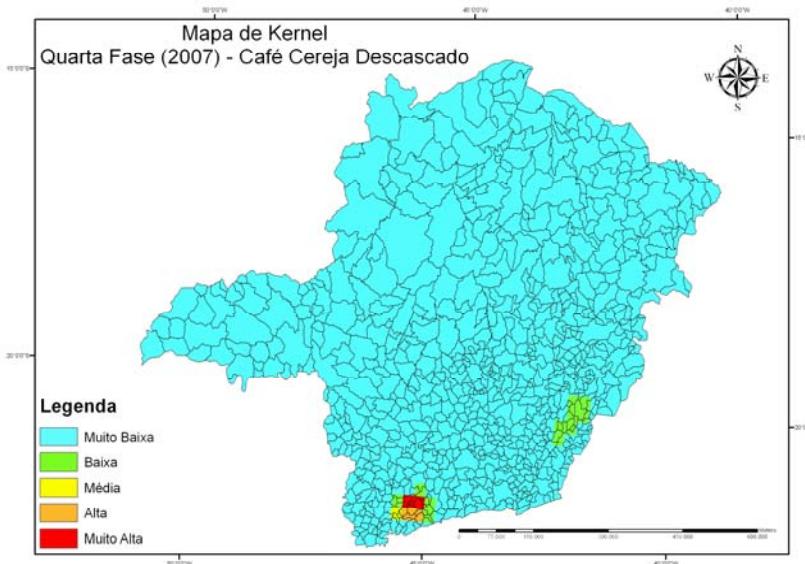


FIGURA 20 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2007.

O que corrobora essa permanência do *Hot Point* na região do Sul de Minas, na terceira (Figura 19) e quarta fase (Figura 20), observada para a categoria café cereja descascado, seria a participação do município de Carmo de Minas que apresenta 47% das amostras até a quarta fase, ou seja, chegaram aos pré-finalistas do concurso. Essa quarta fase pode indicar as prováveis regiões com potencial para produção de cafés com qualidade sensorial, ou seja, cafés de bebidas especiais.

Em relação às Matas de Minas, é notável a participação dessa região no concurso, entretanto, poucas amostras persistem até a fase pré-finalista, como apresentado nos mapas do ano de 2007. Campanha et al. (2007) relata que na cultura do café, que é uma das principais atividades produtivas da região, a

maioria dos produtores constituem-se de pequenos agricultores familiares que realizam a prática em solos de encosta.

Segundo alguns autores, a região apresenta baixo déficit hídrico, com temperaturas variando entre 19 a 24 °C, apresentando um acúmulo de umidade nos locais de plantio e secagem. Esses fatores podem contribuir para fermentações indesejáveis à qualidade, o que talvez explique essas migrações no decorrer das fases do concurso (Vilela, 1997; Cortez, 1997; Carvalho et al., 1997).

4.2.3 Análise da categoria café natural das fases (1, 2, 3 e 4), para o ano de 2008

A descrição da distribuição espacial das amostras de 2008 para a categoria café natural, em todas as quatro fases do concurso está apresentada na forma de mapas obtidos pelo método de Kernel. Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, os mapas foram agrupados em função das fases do concurso.

Observam-se, nas Figuras 21, 22 e 23, 24, regiões representadas por diferentes cores. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras, denominada *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixas e muito baixas concentrações são representadas, respectivamente, pelas cores: amarelo, verde e azul.

O mapa da primeira fase do concurso de 2008 (Figura 21) apresenta o mapa com focos de baixa intensidade amostral, nas regiões dos Cerrados de Minas, Matas de Minas e Sul de Minas.

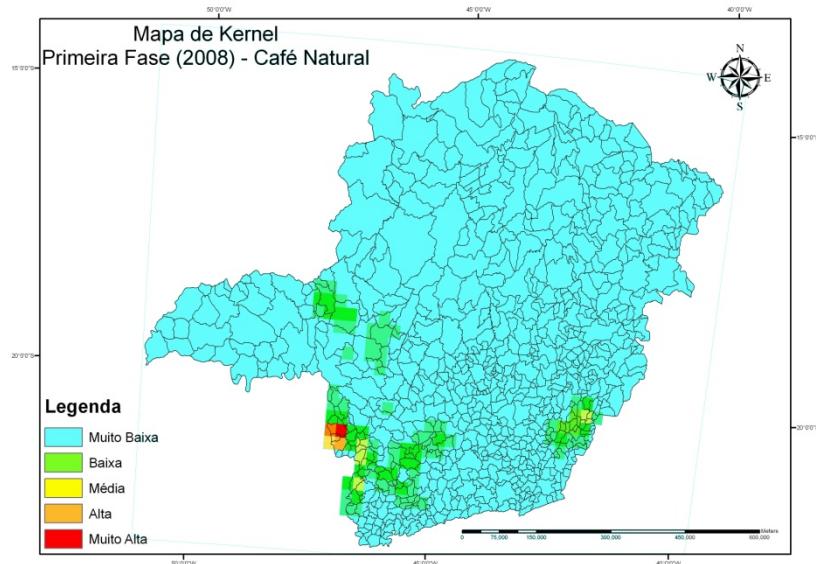


FIGURA 21 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Observa-se que na região do Sul de Minas, o *Hot Point* localiza-se a sudoeste da região apresentando altas intensidades amostrais no entorno do *Hot Point*.

Pode-se observar que no mapa para a segunda fase (Figura 22) do concurso, ocorre a migração do *Hot Point* da região do Sul de Minas (Figura 21) para a região dos Cerrados de Minas (Figura 22), mais precisamente no Triângulo Mineiro. Á sudoeste da região do Sul de Minas nota-se agora, um foco de média intensidade amostral.

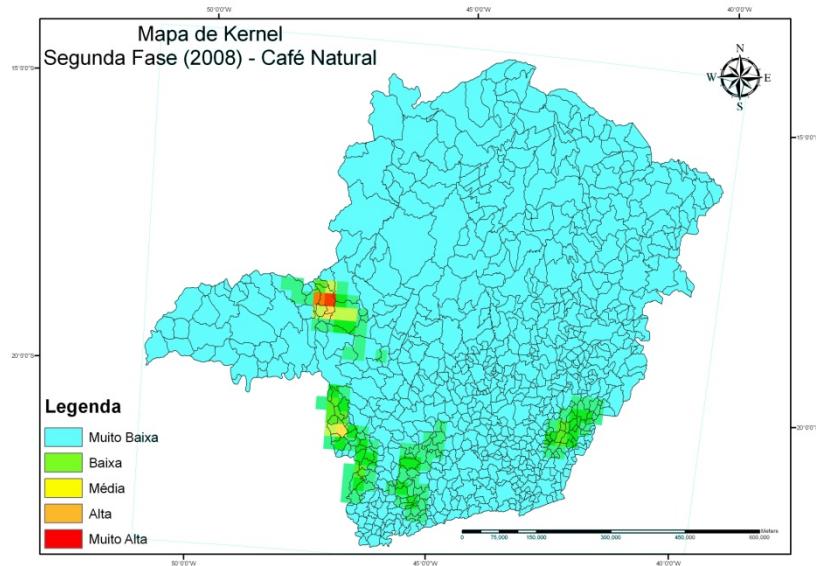


FIGURA 22 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Pode-se observar na Figura 23 o mapa da terceira fase do concurso. Nessa terceira fase surgem dois *Hot Points*, um localizado a sudoeste da região do Sul de Minas e outro no Triângulo Mineiro, região dos Cerrados de Minas.

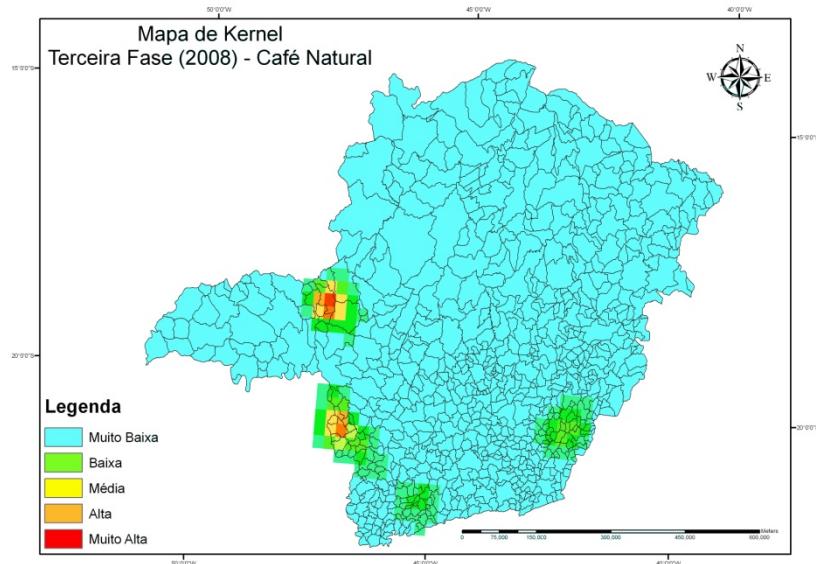


FIGURA 23 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Nota-se para a região dos Cerrados de Minas um foco maior de altas concentrações do que apresenta a região do Sul de Minas como observado na Figura 23.

Observa-se no mapa da quarta fase do concurso (Figura 24) que o *Hot Point* permanece a sudoeste do Sul de Minas, surgindo apenas focos de baixa intensidade amostral nas regiões das Matas de Minas e Cerrados de Minas.

Na categoria natural, as quatro fases do ano de 2008 tiveram um comportamento similar às de 2007.

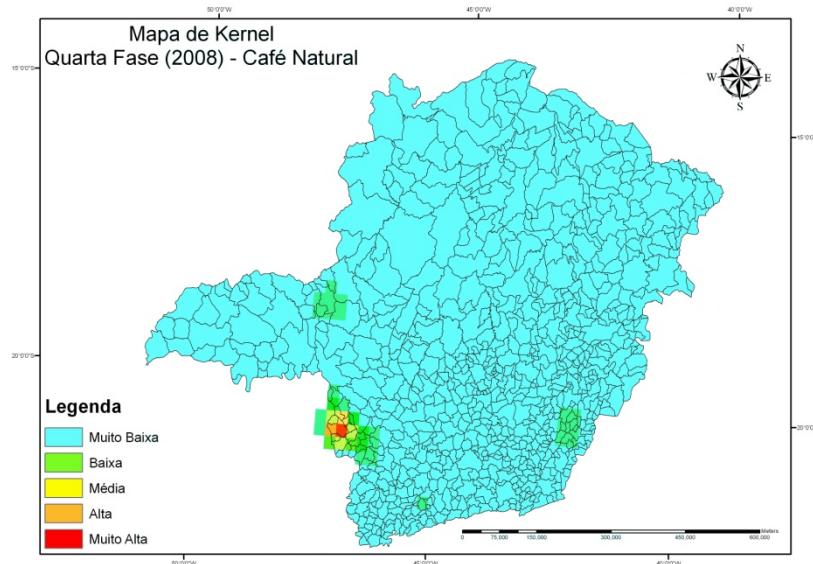


FIGURA 24 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café natural na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

O padrão espacial da primeira, segunda e terceira fases da categoria café natural difere totalmente entre os anos de 2007 e 2008. Nos mapas gerados para primeira fase (Figura 21) e segunda fase (Figura 22), percebe-se que apesar de um foco de média intensidade amostral manter-se à sudoeste da Região do Sul de Minas em 2008, o *Hot Point* concentra-se mais no Triângulo Mineiro, influenciado principalmente pelas amostras do município de Monte Carmelo, totalizando 21 amostras na primeira fase e apenas 8 amostras na segunda fase.

Já para a terceira fase (Figura 23) em 2008, a concentração das amostras volta a situar-se à sudoeste da região do Sul de Minas, entretanto, não ocorre a migração para o extremo sul da região do Sul de Minas como aconteceu em 2007.

As amostras de café natural para o ano de 2007 sempre ficaram mais concentradas no Sul de Minas, enquanto que para 2008, pode-se verificar uma

maior distribuição dessas, aparecendo focos de baixa intensidade amostral no Triângulo e na região das Matas de Minas.

De acordo com a literatura (Silva et al., 1997; Cortez, 1997; Pimenta, 2003) na região das Matas de Minas, por apresentar temperaturas mais altas, o tempo de colheita é prolongado, sendo que a maioria dos produtores dessa região realiza a colheita por derriça e também por varrição, o que pode contribuir para a queda da qualidade. O ideal para essas regiões seria a colheita seletiva por produzir cafés com qualidade superior (Borém, 2008). A diferença apresentada de um ano para outro talvez pudesse ser explicada pela mudança da forma de colheita e também pela própria organização do evento.

4.2.4 Análise da categoria café cereja descascado das fases (1, 2, 3 e 4) para o ano de 2008

A descrição da distribuição espacial das amostras de 2008 para a categoria café cereja descascado, em todas as quatro fases do concurso está apresentada na forma de mapas obtidos pelo método de Kernel. Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, os mapas foram agrupados em função das fases do concurso.

Observam-se, nas Figuras 25, 26 e 27, 28, regiões representadas por diferentes cores. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras, denominada *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixas e muito baixas concentrações são respectivamente representadas pelas cores: amarela, verde e azul.

No mapa da primeira fase para a categoria café cereja descascado (Figura 25), de 2008 observa-se uma maior distribuição das amostras. O *Hot Point* concentra-se ao extremo sul da região do Sul de Minas e um foco de

média intensidade amostral aparece no Triângulo Mineiro, o que não ocorre em 2007.

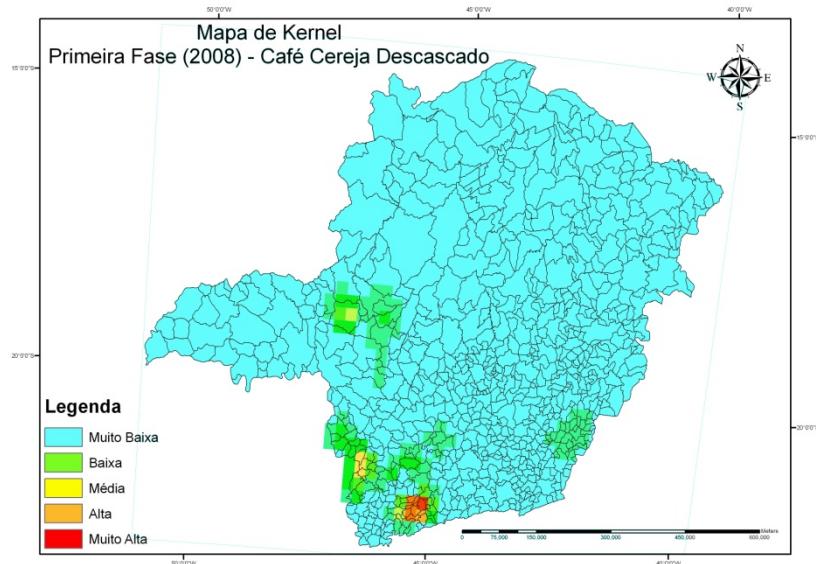


FIGURA 25 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na primeira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

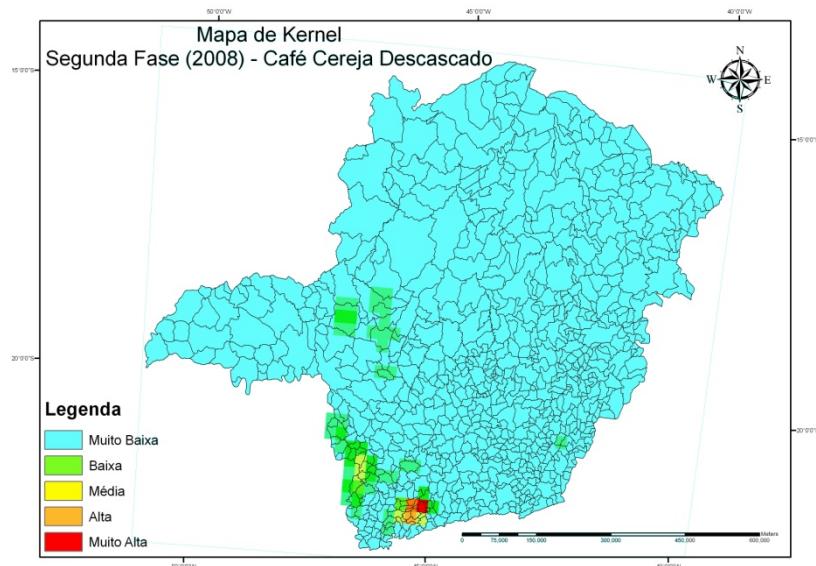


FIGURA 26 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na segunda fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Quando se compara os focos de média intensidade amostral da primeira (Figura 25) e segunda fase (Figura 26), observa-se uma migração desses focos de média intensidade amostral, que na primeira fase (Figura 25) concentravam-se na dos Cerrados de Minas, mais precisamente na região do Triângulo Mineiro, agora migram para a microrregião de Poços de Caldas, região do Sul de Minas.

Nas análises dos mapas para a primeira fase da categoria café cereja descascado, o foco de média intensidade amostral persiste na região das Matas de Minas para o ano de 2007 (Figura 17), entretanto, para o ano de 2008 (Figura 25) o mesmo não ocorre surgindo focos de baixa intensidade amostral na região do Triângulo.

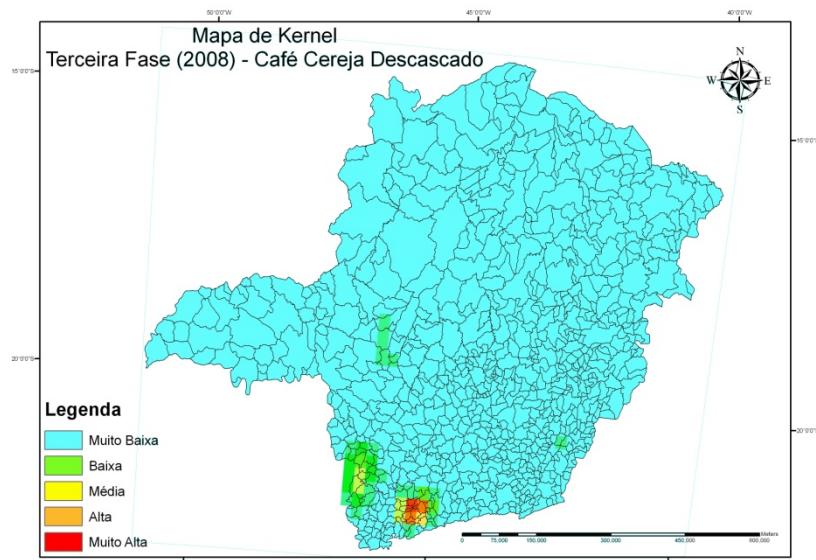


FIGURA 27 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na terceira fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Observa-se no mapa da terceira fase (Figura 27) do concurso que as maiores intensidades amostrais concentraram-se na região do Sul de Minas. O *Hot Point* concentrou-se no extremo sul do Sul de Minas.

Comparando-se os dois anos para a categoria cereja descascado, a análise da terceira fase para o ano de 2007 (Figura 19) apresentou dois *Hot Points*, um concentrado no extremo sul da região do Sul de Minas e outro na região das Matas de Minas, enquanto que para 2008 de acordo com a Figura 27, o *Hot Point* fixou-se no extremo sul da região do Sul de Minas persistindo as diferenças entre os dois anos.

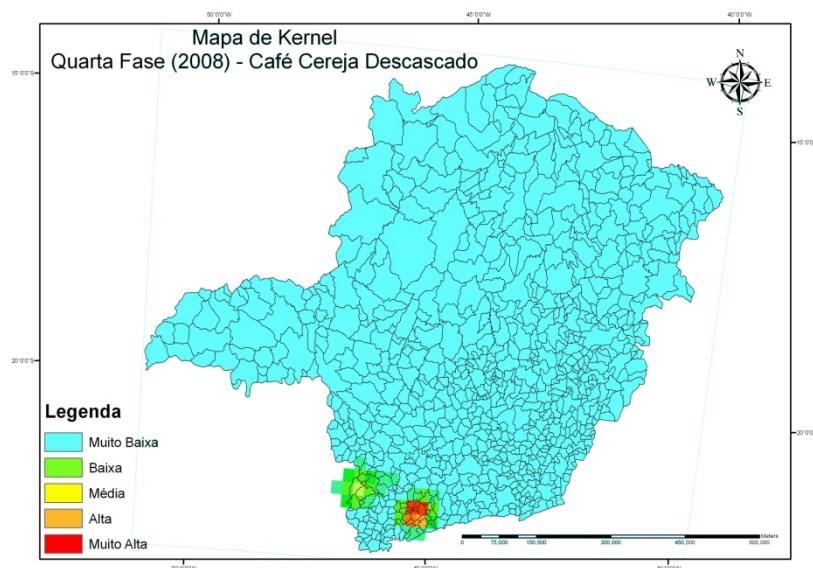


FIGURA 28 Mapa de Kernel: concentração das amostras de café cereja descascado na quarta fase do concurso de qualidade, para o ano de 2008.

Observa-se que no mapa da quarta fase (Figura 28), o *Hot Point* concentra-se mais uma vez na região do Sul de Minas. Não se observam médias amostrais significativas para as demais regiões nessa quarta fase. O que pode

demonstrar o potencial da região do Sul de Minas para a produção de Cafés de qualidade no Concurso de Qualidade – Cafés de Minas.

O *Hot Point* para a quarta fase do concurso na categoria café cereja descascado concentra-se no extremo sul da região do Sul de Minas, tanto para o ano de 2007 quanto para o ano de 2008, como apresentado nos mapas das Figuras 20 e 28, respectivamente.

4.3 Análises Geoestatísticas

Para as análises Geoestatísticas das amostras inscritas em 2007, foi verificado através dos semivariogramas que os modelos testados ajustaram-se aos dados estudados. Entretanto os dados das 60 amostras selecionadas não apresentaram ajuste de modelos, conforme resultados apresentados em anexo (Figuras 1A, 2A, 3A e 4A).

Uma análise exploratória foi realizada com o objetivo de ilustrar-se a tendência da distribuição das notas das amostras dos cafés do concurso de 2007. Para gerar essa superfície realizou-se o semivariograma que demonstrou um bom ajuste do modelo proposto. O semivariograma pode ser observado na Figura 29.

Foram estudadas possíveis correlações entre as variáveis ambientais, químicas e a qualidade sensorial das amostras do concurso 2007.

Na Figura 30 é apresentada uma superfície de espacialização da distribuição das notas.

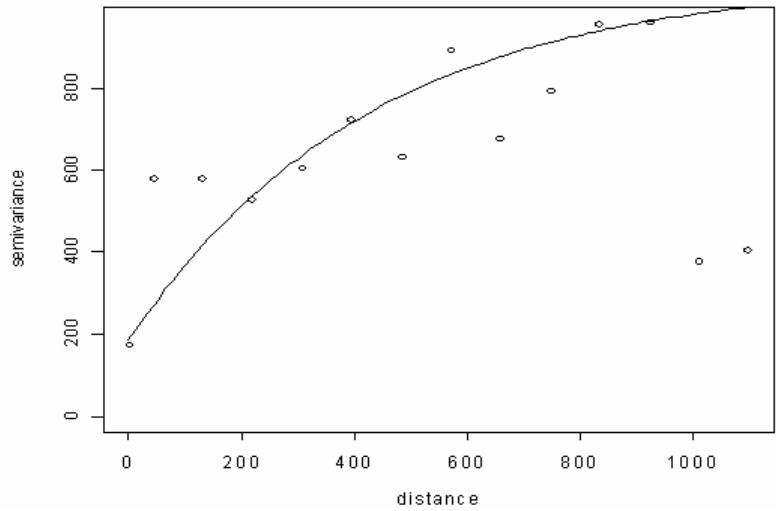


FIGURA 29 – Semivariograma com ajuste de modelo para a criação da superfície de espacialização.

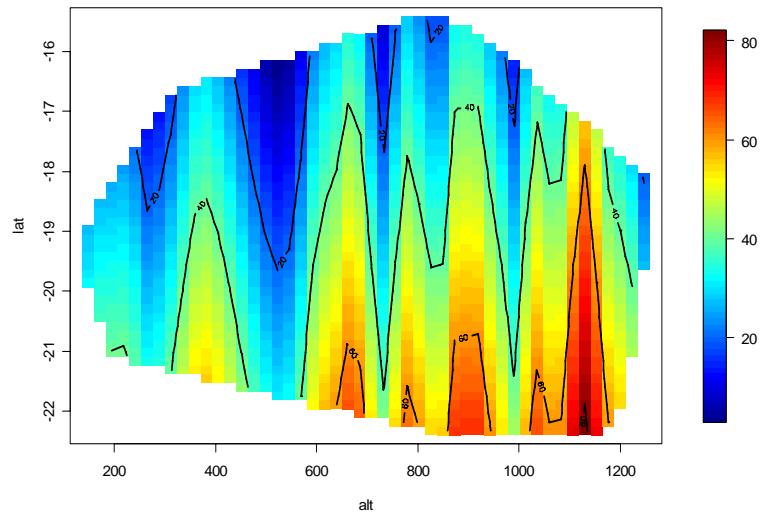


FIGURA 30 – Superfície das amostras inscritas no ano de 2007, relacionando nota, altitude e latitude.

Observa-se na Figura 30 que as notas variaram com a altitude, porém, em função da latitude. Assim, quanto maior a altitude maiores as notas e quanto maior a latitude, menor a exigência de altitudes elevadas para as melhores notas. Esse fato já foi observado por Avelino et al. (2005) que estudaram o efeito da exposição de inclinação e diferentes altitudes na qualidade dos cafés *terroirs* da Costa Rica. No entanto, dados semelhantes ainda não haviam sido descritos com cafés do Brasil. Considerando o caráter exploratório e ilustrativo dos resultados apresentados na Figura 30, uma vez que as coordenadas geográficas utilizadas referem-se às sedes municipais de origem das amostras, esse dado não foi suficiente para se obter afirmações precisas da espacialização da qualidade e suas relações com o meio geográfico.

Mesmo assim, os resultados possuem relevante contribuição, pois direcionam novos caminhos para trabalhos futuros que visam uma melhor compreensão da espacialização da qualidade do café no estado de Minas Gerais.

Dados geográficos da propriedade e os dados climáticos coletados por meio de estações climatológicas são imprescindíveis para esse tipo de análise. Entretanto não há estações climatológicas em todos os municípios e nem nas respectivas propriedades.

4.4 Componentes Principais para as variáveis químicas, ambientais e qualidade sensorial das amostras de 2007

As equações dos componentes principais foram estimadas de acordo com cada coeficiente apresentados na Tabela 2 e 3. O coeficiente de maior grandeza numérica para a primeira componente foi dado pelo índice de umidade, variável de maior variância amostral e o menor o de trigonelina, tanto para o café natural quanto o café cereja descascado.

TABELA 2 Componentes principais - Matriz de correlação - variáveis do café cereja descascado.

Variável	PC1	PC2
Latitude	0,386	-0,232
Altitude	0,281	0,171
Longitude	0,230	0,344
Temperatura	-0,458	0,035
Pluviosidade	0,441	0,093
Índice de Umidade	0,469	-0,013
Trigonelina	-0,086	-0,537
Ácido-5-cafeiolquínico (ACQ)	0,160	-0,554
Cafeína	-0,131	-0,343
Nota	0,213	-0,276

TABELA 3 Componentes principais - Matriz de correlação - variáveis do café natural.

Variável	PC1	PC2
Latitude	0,394	-0,122
Altitude	0,261	0,240
Temperatura	-0,465	0,028
Chuva – Pluviosidade	0,408	-0,071
Índice de Umidade	0,472	-0,111
Trigonelina	-0,096	-0,620
Ácido-5-cafeiolquínico	0,140	-0,399
Cafeína	-0,139	-0,605
Nota	0,350	-0,024

Os resultados ilustrados nas Figuras 32 e 34 corresponderam a plotagem dos escores para os dois primeiros componentes, respectivamente para os cafés: natural e cereja descascado. Com base nesses resultados, pode-se perceber a discriminação das notas baixas (B) e altas (A) que foram detectadas por esses componentes. Contudo, visando avaliar quais as variáveis ambientais que melhor se correlacionaram com as notas, foram apresentados os biplots representados pelas Figuras 31 e 33.

Assim, verifica-se que, para o café natural, como mostrado na Figura 31, os vetores representativos a cada variável com direção aos agrupamentos detectados pelos Componentes Principais indicam quais variáveis foram determinantes para caracterização da nota. Para a identificação das variáveis que mais corroboraram para a discriminação das notas, foi realizada análise por quadrante dos escores, sempre avaliando os pares (1° e 4° quadrantes e 2° e 3° quadrantes).

Dessa forma, pode-se exemplificar, conforme as Figuras 32 e 34 que as variáveis químicas: trigonelina e cafeína e a variável ambiental temperatura, foram as que mais corroboraram para as notas altas, em café cereja descascado.

De acordo com Malta & Chagas (2008), a trigonelina e os ácidos clorogênicos são importantes precursores de compostos voláteis que contribuem para o aroma e sabor do café torrado. Avelino et al. (2002), trabalhando com *cafés-terroir* em Honduras verificaram que a temperatura é condicionada pela latitude e a altitude, sendo que esses atributos juntos favorecem a qualidade do café, produzindo um sabor e aroma característicos do local.

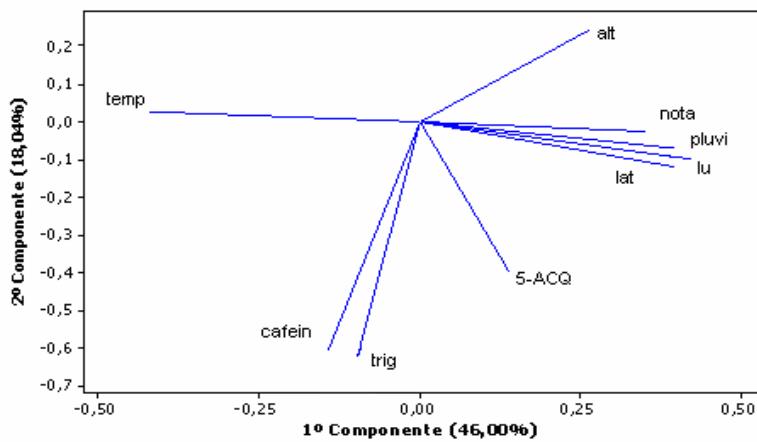


FIGURA 30 Biplot das variáveis ambientais, compostos químicos e qualidade sensorial para café natural. Variáveis ambientais: pluviosidade (pluv); índice de umidade (lu); temperatura (temp); longitude (long); altitude (alt); latitude (lat); variáveis químicas: trigonelina (trig); cafeína (cafein); ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).

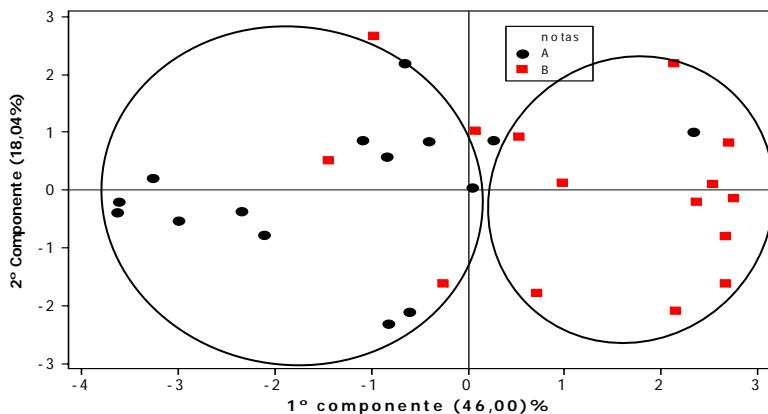


FIGURA 31 Escores dos dois primeiros componentes principais para café natural. A = Notas Altas; B = Notas Baixas.

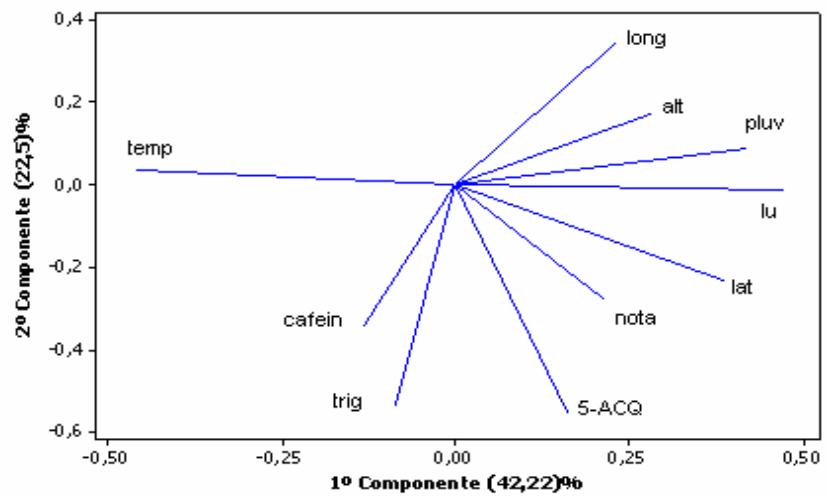


FIGURA 32 Biplot das variáveis ambientais, compostos químicos e qualidade sensorial para o café cereja descascado. Variáveis ambientais: pluviosidade (pluv); índice de umidade (Iu); temperatura (temp); longitude (long); altitude (alt); latitude (lat); variáveis químicas: trigonelina (trig); cafeína (cafein); ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).

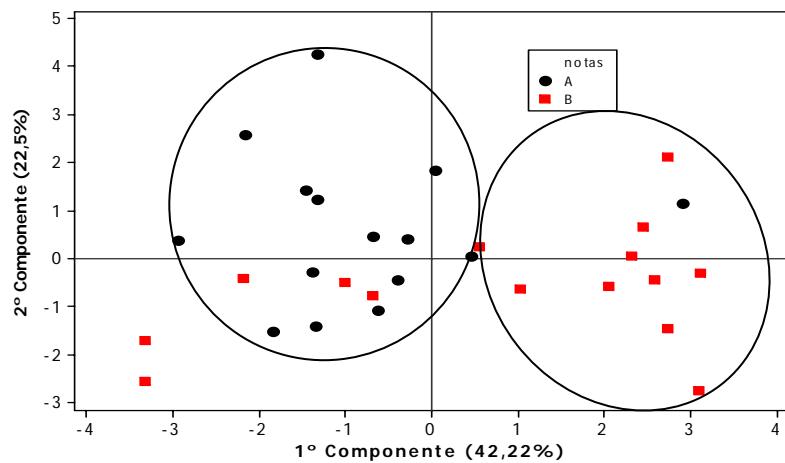


FIGURA 33 Escores dos dois primeiros componentes principais para café cereja descascado. A = Notas Altas; B = Notas Baixas.

O biplot, representado pela Figura 31, apresenta a discriminação das notas altas e baixas identificadas pelos dois primeiros componentes principais. Esses dois componentes explicam aproximadamente 64% da variabilidade total dos dados. Nesse contexto, a Figura 31 apresenta a discriminação das notas para o café natural dadas pelas variáveis: pluviosidade, índice de umidade, latitude e ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ), entretanto a variável química (5-ACQ) não se correlaciona com a nota. Por outro lado, as variáveis cafeína, trigonelina e temperatura corroboraram para a discriminação das notas altas.

As notas baixas para café natural foram influenciadas principalmente pela classe de variáveis: índices de umidade, pluviosidade, latitude e ácido-5-cafeiolquínico. Farah et al. (2006), trabalhando com a correlação entre a qualidade da bebida do café e os compostos químicos, observou que a ocorrência do ácido-5-cafeiolquínico está relacionado a bebidas de menor qualidade.

De acordo com a literatura, a perda de qualidade da bebida se relaciona com o aumento de substâncias fenólicas (Clifford, 1985; Mazzafera & Robson, 2000). Amorim (1968) relata que compostos químicos como os ácidos clorogênicos exercem uma ação protetora o que pode ser explicado por Cortez (1997) que, observando locais de clima úmido e quente no período de maturação e colheita, analisou que a umidade existente no ar propicia a atividade de micro-organismos afetando a qualidade da bebida.

Na distribuição espacial das 60 amostras de 2007, observa-se que a umidade é um fator condicionante para a perda de qualidade do café como apresentado nos resultados. Os mapas apresentados nas Figuras 35, 36 e 37 indicam as notas maiores e menores para café natural, distribuídas nos mapas de temperatura, pluviosidade e índice de umidade respectivamente. Pode-se observar nas Figuras 35, 36 e 37 que as menores notas concentram-se mais nas

áreas de clima úmido, temperaturas médias anuais entre 19 e 21 °C com pluviosidade anual de 1.200 a 1.500 mm.

A diferença da distribuição de notas altas e baixas foi apresentada nos mapas de temperatura, pluviosidade e índice de umidade para as duas categorias café natural e café cereja descascado.

Avelino et al. (2005) relatam que dos fatores ambientais mais frequentemente mencionados, a altitude é considerada um fator positivo para a qualidade e a precipitação como um fator negativo.

Observa-se nos mapas de temperatura (Figura 35), pluviosidade (Figura 36) e índice de umidade (Figura 37) a espacialização das notas maiores e notas menores, das amostras de café natural. Pode-se observar uma concentração mais intensa na região sul do Estado, enquanto que as menores notas, apresentaram-se mais distribuídas, formando um pequeno aglomerado na região das Matas de Minas e outro próximo a região do Campo das Vertentes, no Sul de Minas.

A ocorrência de notas altas e baixas, em uma mesma área, pode demonstrar uma possível influência microclimática.

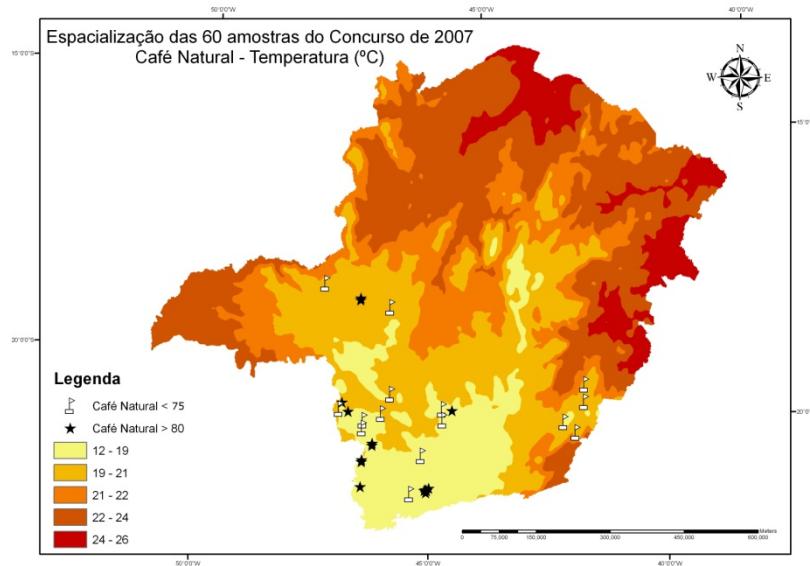


FIGURA 34 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Natural. Mapa de temperatura adaptado de Scolforo et al. (2007).

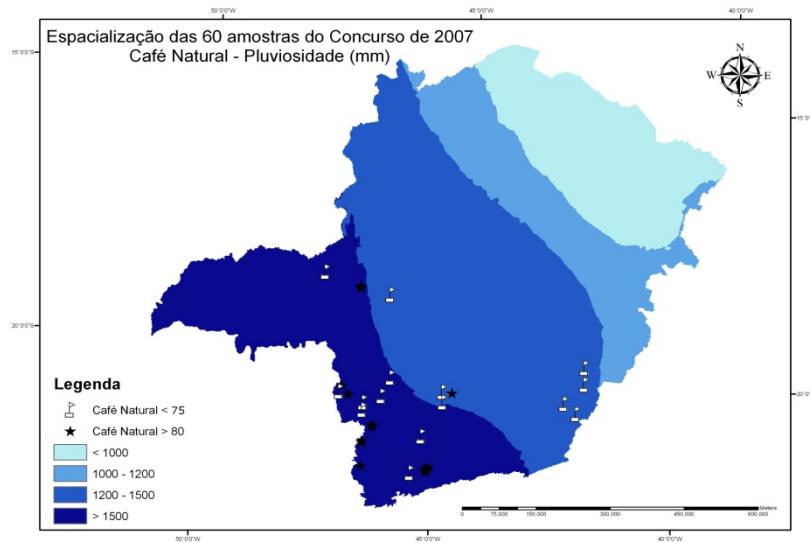


FIGURA 35 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 – Café Natural. Mapa de Pluviosidade adaptado de Scolforo et al. (2007).

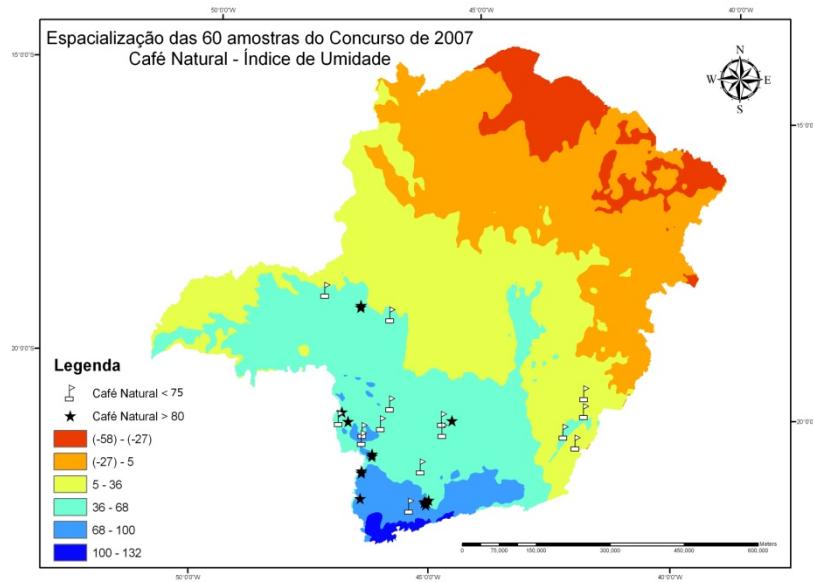


FIGURA36 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Natural. Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007).

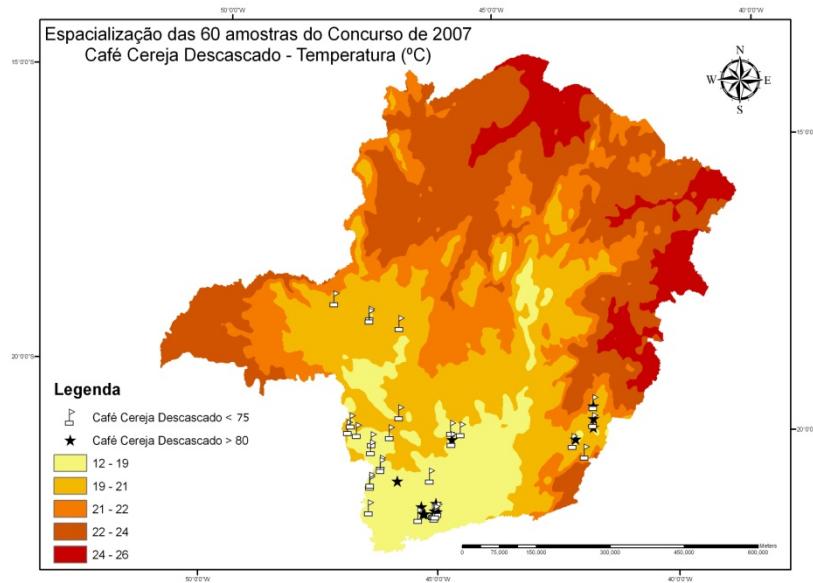


FIGURA 37 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Cereja Descascado. Mapa de temperatura adaptado de Scolforo et al. (2007).

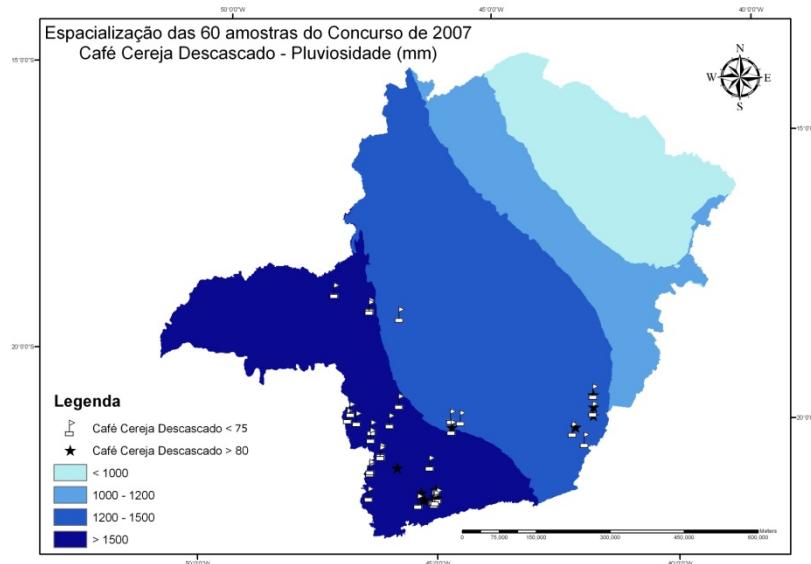


FIGURA 38 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Cereja Descascado. Mapa de pluviosidade adaptado de Scolforo et al. (2007).

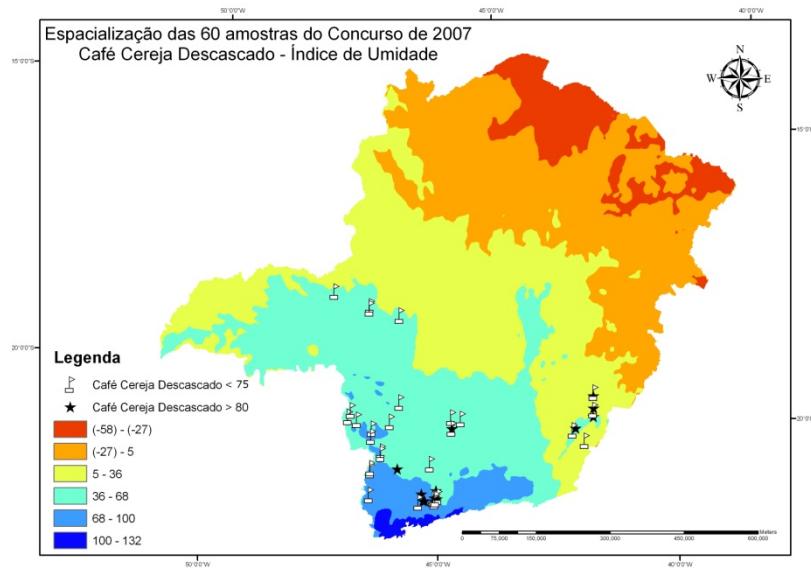


FIGURA 39 Espacialização das 60 amostras do Concurso de 2007 - Café Cereja Descascado. Mapa de Índice de Umidade adaptado de Scolforo et al. (2007).

Entretanto para inferir tal questionamento é necessária a realização de novos estudos para a identificação das áreas com potenciais para produção de cafés de qualidade. Contudo, Cortez (1997) relata que para determinadas regiões como Zona da Mata, em condições climáticas favoráveis, como um elevado déficit hídrico no momento da colheita, propicia a qualidade. Camargo e Camargo (2001) também relatam que durante a maturação, a deficiência hídrica moderada beneficia a qualidade do produto.

Esses relatos explicam as diferenças apresentadas para café cereja descascado como indicado pela Figura 38, que apresentou o mapa de temperatura, a Figura 39 apresentando o mapa de pluviosidade e a Figura 40 apresentando o mapa de índice de umidade. Esses mapas facilitaram a visualização da localidade das amostras com as respectivas nota, em cada atributo climático. Observa-se na Figura 40 a distinção de dois grupos, notas altas e baixas. As notas baixas para o café cereja descascado podem ser observadas claramente na região dos Cerrados de Minas e na porção do sudoeste da região do Sul de Minas. Já para as notas altas, observa-se uma concentração no extremo sul da região do Sul de Minas e outro grupo, esse mais misturado com as notas baixas, na região das Matas de Minas, evidenciando a importância das formas de processamento do café na qualidade. Uma vez que a umidade é um fator preocupante para a qualidade, em decorrência da pluriferação de micro-organismos, ocasionando fermentações indesejáveis com a formação de compostos que prejudicarão a qualidade final do produto.

Já para o gráfico biplot para café natural, representados pela Figura 31, as variáveis que mais se relacionaram com as notas foram as variáveis ambientais, dessas as que mais se correlacionam foram: pluviosidade, índice de umidade e latitude. Das variáveis químicas nenhuma apresentou correlação com a nota. Quando analisado o 1º quadrante, tanto para os cafés naturais quanto para os cafés cereja descascado, verificou-se que as variáveis ambientais

contribuíram para a discriminação de notas altas e baixas com exceção da temperatura. Já para o 4º quadrante, a variável que mais contribuiu para a discriminação das notas foi a variável química: ácido-5-cafeiolquínico.

A presença do ácido-5-cafeiolquínico nas amostras, de acordo com o que foi observado por Farah (2004) relaciona-se com a má qualidade da bebida. Alguns autores estudando compostos fenólicos como os ácidos clorogênicos e o subgrupo ácido-5-cafeiolquínico fizeram a mesma observação e verificaram que as amostras com defeitos apresentaram a bebida com qualidade inferior e continham o 5-ACQ (Mazzafera, 2000; França et al. 2004 citado por Farah et al., 2005). Entretanto Farah et al. (2005) relatam que os ácidos clorogênicos totais contribuem para o *flavor* da bebida, sendo benéfico também a saúde humana.

O gráfico biplot para os cafés cereja descascado, como apresentado pela Figura 33, demonstrou que as variáveis que mais se correlacionaram foram as variáveis ambientais: longitude, altitude, pluviosidade, índice de umidade e latitude, no entanto, não correlacionaram com temperatura e as demais variáveis químicas. Pode-se verificar que a avaliação do 1º quadrante remete à mesma observação dada aos cafés naturais, entretanto, a variável química: ácido-5-cafeiolquínico correlacionou-se com notas baixas. Para ambos os cafés cereja descascado e natural observou-se no 3º quadrante que as variáveis químicas: cafeína e trigonelina são correlacionadas entre si, entretanto, para café natural essa correlação é ainda mais próxima.

Avelino et al. (2005) avaliaram compostos químicos e sensoriais, usando a mesma técnica de componentes principais, e verificaram uma correlação entre trigonelina e ácido-5-cafeiolquínico, entretanto não ocorreu correlação com a cafeína, como foi observado nesse trabalho. Os autores observaram ainda que os atributos químicos não se correlacionaram com as características sensoriais.

4.5 Análises de Correlações Canônicas

Para as correlações canônicas entre as variáveis não foi observada nenhuma correlação que explicasse as diferenças entre as notas. Os resultados encontram-se em anexo (Tabela 1B).

5 CONCLUSÕES

- À distribuição espacial das amostras do Concurso de Qualidade – Cafés de Minas, realizados nos anos de 2007 e 2008, demonstrou que a região Sul de Minas apresentou a maior concentração de amostras de cafés em todas as fases do concurso.

- A variável químico conteúdo de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeiolquímico e as variáveis ambientais, índice de umidade e temperatura, podem ser utilizadas para discriminar a qualidade da bebida dos cafés com processamento via seca, ou seja, café natural.

- A espacialização das amostras cafés do ano de 2007 integradas ao ambiente físico, demonstrou que quanto maior a altitude local, maiores as notas obtidas no concurso. Em latitudes menores, a influência da altitude para a produção de cafés de qualidade foi menor.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, H. M. R.; BERNARDES, T.; SILVEIRA, M. A da.; NICOLELLA, G.; VIEIRA, T. G. C. Delimitação de um território potencial para a produção de cafés de qualidade diferenciada nos municípios de Campestre, Machado e Poço Fundo, MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2007. 1 CD ROM.
- ALVES, J. D. Morfologia do cafeiro. In: CARVALHO, C. H. S de. **Cultivares de café:** origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa-Café, 2008.
- ALVES, J. D.; LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e fisiologia do cafeiro.** Lavras: UFLA, 2003.
- ALVES, M. Metodologia tradicional de avaliação de qualidade de café vs. métodos eletrônicos alternativos In: SALVA, T de. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C. (Ed.). **Cafés de qualidade:** aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p.389-410.
- AMORIM, H. V.; SILVA, D. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of beverage. **Nature**, London, v. 219, p.382, July 1968.
- AVELINO, J.; BARBOZA, B.; ARAYA, J. C.; FONSECA, C.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; CILAS, C. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude *terroirs* of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, n. 11, p.1869-1876, Aug. 2005.
- AVELINO, J.; PERRIOT, J. J.; GUYOT, B.; PINEDA, C.; DECAZY, F.; CILAS, C. **Ver une identification de cafés-terroir au Honduras.** Montpellier Cedex: Plantations Recherche Developpement, 2002.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- BARCA, A. A. L. **Classificação do Café.** Lavras: UFLA, 1998. 70p. (Notas de Curso).

BERTOLDO, M. A. **Caracterização edafoambiental da cafeicultura na região de Três Pontas, Minas Gerais**. 2008. 144p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BERTRAND, B.; VAAST, P.; ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P. Comparizon of bean biochemical composition na beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, n. 9, p. 1239-48, June 2006.

BICUDO, L. P. Para fazer café fino não é indispensável gastar muito. **Lavoura e Criação**, São Paulo, n. 155, p.17-20, set. 1962.

BORÉM, F. M. **Pós-Colheita do café**. Lavras: UFLA, 2004. Monografia (Especialização em Cafeicultura Empresarial, Produtividade e Qualidade)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BORÉM, F. M. Processamento do café. In: ____ (Ed.). **Pós-Colheita do Café**. Lavras: UFLA, 2008. p.127-158.

BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despolpado ou lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999. Franca. **Anais...**Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1999. p.342-346.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 08, de 11 de junho de 2003**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/cafebenef008_03.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2009.

BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Cafés especiais**. 2008. Disponível em: <<http://www.bsca.com.br>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia dos Sistemas de Informação Geográfica**. São José dos Campos: INPE, 1996. 193p.

CAMARGO P. B. M de.; ROLIM S. G de.; SANTOS, A. M dos. Modelagem agroclimatológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades, geotecnologias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p.17-28, dez. 2007.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, jan./abr. 2001.

CAMARGO, A. P.de. Florescimento e frutificação de café arabica nas diferentes regiões (cafeeiras) do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p.830-839, jul. 1985.

CAMARGO, A. P.de.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S. Relações entre a precipitação pluviométrica e a produtividade do cafeiro. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p. 165-171, jan./dez. 1984.

CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B de.; MARTINEZ, H. E. P.; JARAMILLO-BOTERO, C.; GARCIA, S. L. Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais (*Coffea arabica L.*) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 80-812, set./out. 2007.

CARVALHO JÚNIOR, C de.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A. P.; SILVA, F. M da. Influência de diferentes sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica L.*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.5, p.1089-1096, set./out. 2003.

CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. Z. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, jun. 1997.

CASTRO NETO, P.; VILELLA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62, jun. 1986.

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

CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee*. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. p.153-202.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 out. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ. **História.** Disponível em : <<http://www.cncafe.com.br/conteudo.asp?id=2>>. Acesso em: 18 dez. 2008.

CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, jun. 1997.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce.** 2008. 156p. Tese (Doutorado em Geografia)—Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

CUPOLILLO, F. **Períodos de estiagem durante a estação chuvosa no estado de Minas Gerais:** espacialização e aspectos dinâmicos relacionados. 1997. 148p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DAMATTA, F. M; RENA, A. B; CARVALHO, C. H. S de. Aspectos Fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S de. **Cultivares de café:** origem, características e recomendações. Brasília, Embrapa-Café, 2008.

DECAZY, F.; AVELINO, B.; GUYOT, J. J.; PERRIOT, C.; PINEDA, C.; CILAS, C. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2356-2361, Jul. 2003.

FARAH, A. **Distribuição nos grãos, importância na qualidade da bebida e biodisponibilidade dos ácidos clorogênicos do café.** Rio de Janeiro, RJ. 2004. 198 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FARAH, A.; DE PAULIS, T.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. **Jurnal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, n.53, n. 5, p. 1505-1513, 2005.

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, London, v.98, n. 2, p.373-380, Apr. 2006.

FORBES. Most Expensive Coffee. 2006. Disponível em:
http://www.forbes.com/2006/07/19/priciest-coffee-beans_cx_hl_0720featA_ls.html. Acesso em: 23 jul. 2008.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLOGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1983. (Série de Publicações Técnicas, 10).

GEROMEL, C. Metabolismo da sacarose em frutos de café. Campinas, SP. 2006. 78p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)–Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.

ILLY, E.A. A saborosa complexidade do café. **Scientific American**, New York. v. 286, n. 6, p.48-53, June 2002.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; NETO, A. P.; Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeiro cultivado em duas altitudes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, nov. 2007.

LEITE, I. P. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.). 1991. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LELOUP, V.; GANCEL, C.; LIARDON, R.; RYTZ, A.; PITHON, A. Impact of wet and dry process on green coffee composition and sensory characteristics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20, 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore-India: ASIC, 2004. 1 CD-ROM.

LINGLE, T. R. The basics of cupping coffee. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 1993.

LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook : systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 3. ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of América, 2001.

MALTA, M. R.; CHAGAS S. J. de R. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeiro produzidas na região do Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu, MG. **Anais...**Caxambu: Procafé, 2008. p. 178-179.

MATIELLO, J. B. Processamento, classificação, industrialização e consumo de café. In: _____. **O café:** do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. Cap.6, p.273-317.

MAZZAFERA, P.; ROBINSON, S. P. Characterization of polyphenol oxidase in coffee. **Phytochemistry**, New York, v. 55, n. 4, p.285-296, Oct. 2000.

MEIRELES, E. J. L.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Zoneamento agroclimático: um estudo de caso para o café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 50-57, dez. 2007.

MINAS GERAIS. **Portaria n. 165, de 27 de abril de 1995.** Delimita regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para a Instituição do Certificado de Origem. Disponível em: <<http://www.ima.gov.br>> Acesso em: 18 dez. 2008.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. **Mapas Geopolítico de Minas Gerais-IGA/CETEC.** Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br>>. Acesso em: 13 jan.2009.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada:** uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

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

MUSCHLER, R. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee zone of Costa Rica. **Agroforestry systems**, Dordrecht, v.51, n. 2, p. 31-139, Apr. 2001.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILELLA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória, ES. **Anais...**Vitória: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2002. p. 826-831

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café.** Lavras: UFLA, 2003.
RENA, A. B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeiro. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 119-147.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 14-85.

RENA, A. B.; NACIF, A. de P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Poda do cafeiro: aspectos morfológicos, ecofisiológicos e agronômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 71-80, maio 1998.

RENA, A. B; BARROS, R. S; MAESTRI, M. Desenvolvimento Reprodutivo do Cafeiro. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 101-127.

RIOS, J. N. G. Certificado de origem e Qualidade do café. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187 p. 69-72, jun. 1997.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 12 de maio de 2008.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. de.; OLIVEIRA, A. D. de. **ZEE-Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2007. 1 CR ROM.

SERTÃO COFFEES. **Café do Grupo Sertão tem valor recorde em leilão internacional**. 2006. Disponível em:< <http://www.gruposertao.com.br/pt/cafes/pt/014.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

SILVA, F. M da.; CARVALHO, G. R.; SALVADOR, N. Mecanização da Colheita do Café. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 43-54, jun. 1997.

SILVA, F. M. **Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial:** produtividade e qualidade. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 75, 2004.

SILVA, J. S. **Colheita, secagem e armazenamento do café**. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 39-80.

SILVA, R. F da.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Qualidade do café-cereja descascado na região do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1367-1375, nov./dez. 2004.

- SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 117-125, jan./mar. 2005.
- SOUZA, S. M. C de.; CARVALHO, V. L de. Efeito de Microrganismos na qualidade da bebida do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 21-26, jun. 1997.
- SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Backgrounder:** what's special about specialty coffee? Disponível em: <<http://scaa.org/>> Acesso em: 23 jul. 2009.
- TASSINARI, W. S de.; PELLEGRINI, D. C da. P.; SABROZA, P. C.; CARVALHO, M. S. Distribuição espacial da leptospirose do Município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 20, n. 6, p. 1721-1729, nov./dez. 2004.
- VIANELLO, R. L. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 6-8, jun. 1986.
- VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991.
- VIANELLO, R. L.; ABREU, M. L.; OLIVEIRA, P.; GADELHA, A. A. L. Veranico 2006 em Minas Gerais: precedentes meteorológicos e impactos na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2006.
- VIANELLO, R. L; ABREU, M. L; NUNES, H. M. T; MOREIRA, J. L. B. Verão anômalo 2003-2004 em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.
- VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, V. C. O de.; BERNARDES, T. Sistema de geoinformação para a cafeicultura do sul de Minas. **Informe Agropecuário**, v.28, n.2ário, v.28, n.241, p. 16-26, dez. 2007.
- VILELA, E. R. Secagem e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 18, n. 187, p. 55-63, jun. 1997.

VILLELA, T. C. **Qualidade de café despolpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 2002. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

8 ANEXOS

ANEXO A – Análise geoestatística – Não houve dependência espacial para o conjunto de dados.

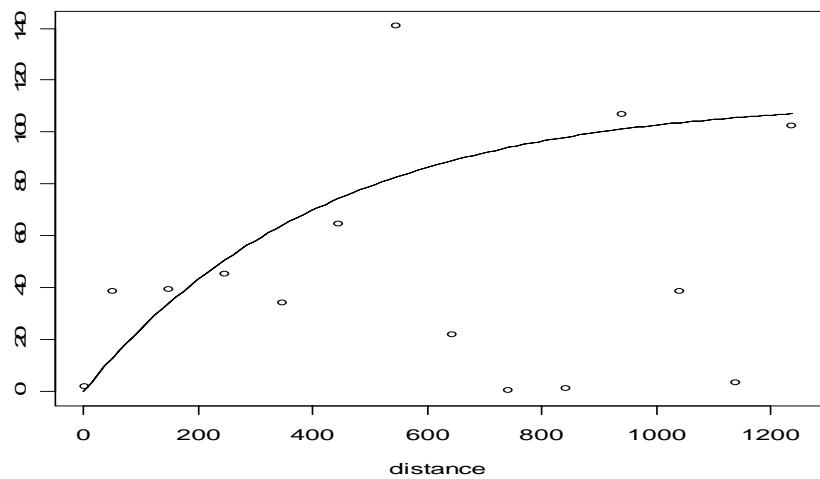


FIGURA 1^a – Semivariograma para altitude e longitude para os 60 cafés dos concursos de qualidade de 2007.

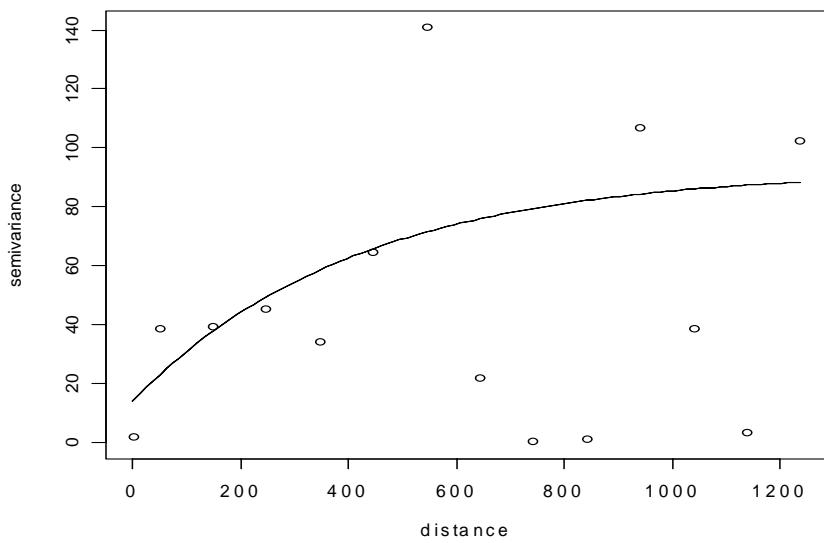


FIGURA 2A – Semivariograma para latitude e longitude dos 60 cafés cereja descascado do concurso de qualidade de 2007.

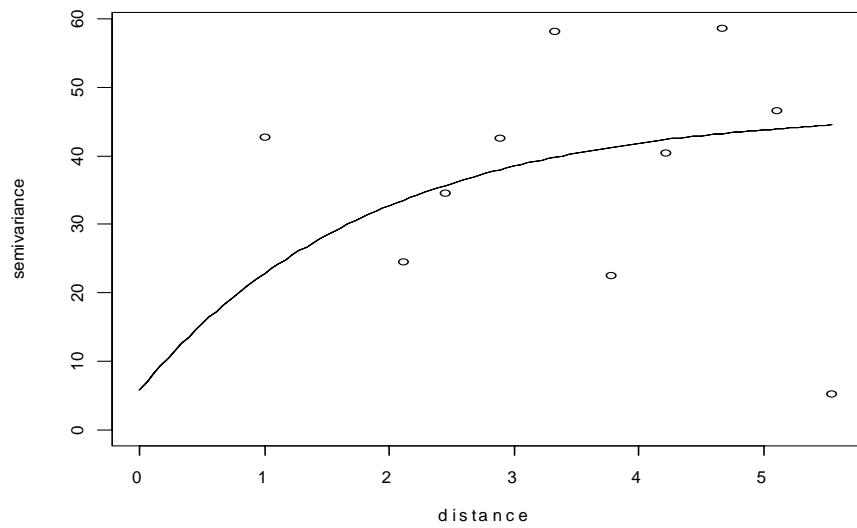


FIGURA 3A – Semivariograma para latitude e longitude dos 60 cafés natural do concurso de qualidade de 2007.

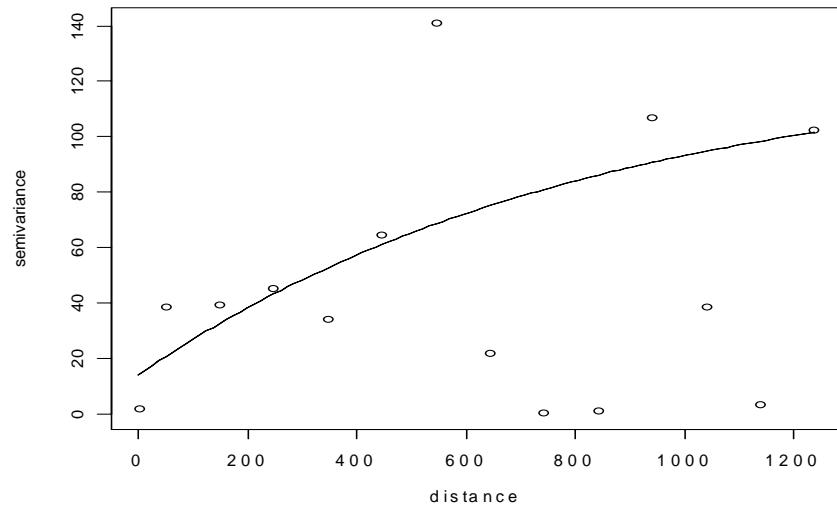


FIGURA 4A – Semivariograma para altitude e latitude dos 60 cafés natural do concurso de qualidade de 2007.

ANEXO B – Análise de Correlação Canônica – Não correlação entre as variáveis que explicasse notas baixas de notas altas em cada categoria.

TABELA 1B – Correlação das variáveis originais com as variáveis canônicas.

CD.	U₁	U₂	Nat.	V₁	V₂
Lat _(Cd.)	0.3896	0.1727	Lat _(Nat.)	0.3797	0.4117
Alt _(Cd.)	-0.2868	0.2366	Alt _(Nat.)	0.2813	0.0193
Long _(Cd.)	-0.4151	0.6077	Long _(Nat.)	0.2701	-0.5422
Temp _(Cd.)	-0.2728	-0.3252	Temp _(Nat.)	-0.6525	-0.2336
Chuv _(Cd.)	0.0482	0.5222	Chuv _(Nat.)	0.4558	0.0709
Iu _(Cd.)	0.3252	0.3856	Iu _(Nat.)	0.5840	0.2409
Trig _(Cd.)	0.2634	-0.6072	Trig _(Nat.)	-0.0650	-0.3569
Act _(Cd.)	0.5326	-0.2453	Act _(Nat.)	0.2817	0.1920
Cafein _(Cd.)	-0.2335	-0.1165	Cafein _(Nat.)	-0.0733	-0.1058
Nota _(Cd.)	0.9684	0.1693	Nota _(Nat.)	0.9616	0.1925
Nat.	U₁	U₂	CD	V₁	V₂
Lat _(Nat.)	0.3748	0.3825	Lat _(Cd.)	0.3846	0.1605
Alt _(Nat.)	0.2776	0.0179	Alt _(Cd.)	-0.2831	0.2199
Long _(Nat.)	0.2666	0.5038	Long _(Cd.)	-0.4097	0.5646
Temp _(Nat.)	-0.6440	-0.2170	Temp _(Cd.)	-0.2692	-0.3022
Chuv _(Nat)	0.4499	0.0659	Chuv _(Cd.)	0.0476	0.4853
Iu _(Nat.)	0.5765	0.2238	Iu _(Cd.)	0.3210	0.3583
Trig _(Nat.)	-0.0642	-0.3317	Trig _(Cd.)	0.2600	-0.5642
Act _(Nat.)	0.2781	0.1784	Act _(Cd.)	0.5257	-0.2279
Cafein _(Nat.)	-0.0724	-0.0983	Cafein _(Cd.)	-0.2305	-0.1082
Nota _(Nat.)	0.9492	0.1789	Nota _(Cd.)	0.9559	0.1573

ANEXO C – Cromatograma da solução-padrão de trigonelina, ácido-5-cafeiolquínico e cafeína.

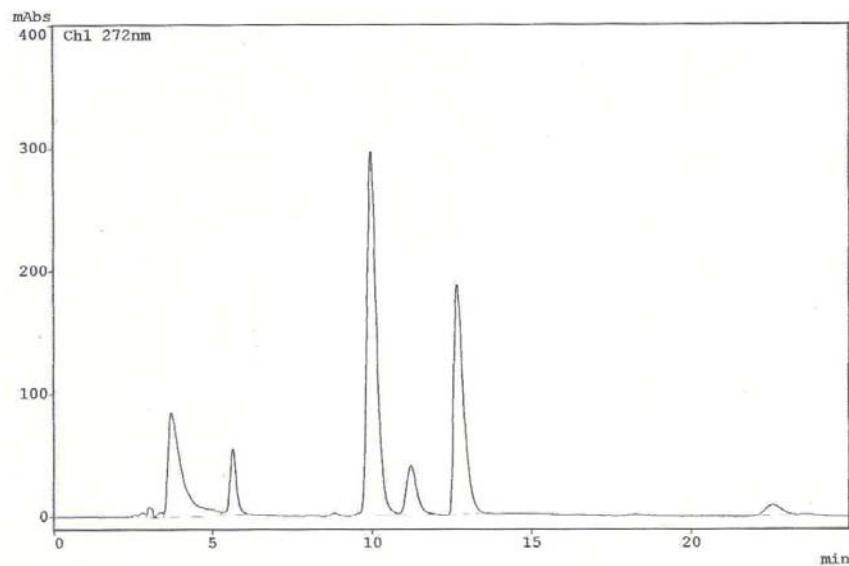


FIGURA 1C – Cromatograma da solução padrão de trigonelina (~3,1 min), 5-ACQ (~15,3 min) e de cafeína (~16,6 min) de uma das amostras dos 60 cafés, grão cru.