

Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais

Helena Maria Ramos Alves¹
Margarete Marin Lordelo Volpato²
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira³
Flávio Meira Borém⁴
Juliana Neves Barbosa⁵

Resumo - Os mercados nacional e internacional de café mostram que existe uma demanda crescente por cafés especiais, cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o meio geográfico. Os municípios mineiros vêm conquistando concursos de qualidade de café, abrindo espaço no mercado e agregando valor ao produto. Por sua grande extensão territorial e variação ambiental, o estado de Minas Gerais possibilita a produção de cafés de qualidade com grande diversidade de sabor e aroma. Estas diferenças estão relacionadas com as características peculiares de cada município, principalmente às variações de clima, latitude, altitude e sistemas de produção. Embora a relação entre características ambientais e a produtividade do café, em diferentes biomas, seja um assunto já bem explorado, suas relações com a qualidade da bebida demandam, ainda, grande investimento de pesquisa.

Palavras-chave: Café. Zoneamento agroclimático. Condição ambiental. Aptidão climática. Cafés especiais. Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, a cafeicultura brasileira, sob a coordenação técnica do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), passou por uma grande transformação que consolidou sua posição no mundo. Estas mudanças visaram, principalmente, à elevação da produtividade, sendo que aspectos relacionados com a qualidade foram enfocados nas práticas recomendadas para a colheita e pós-colheita (CORTEZ, 1997). A posição privilegiada do Brasil,

como maior produtor e segundo mercado consumidor do mundo, contudo, não tem favorecido a venda do produto brasileiro no mercado internacional (COSTA; CHAGAS, 1997). Com o aumento da produção e melhoria da qualidade dos cafés de outros países, associados a crescentes demandas por cafés especiais de bebida superior pelos países importadores, a exportação brasileira tem enfrentado novas dificuldades.

Wiezel (1981 apud CARVALHO et al., 1997), já em 1981, alertava que a sobrevi-

vência da cafeicultura brasileira dependeria de o País seguir o caminho da qualidade. Em 1988, o então presidente do IBC, embaixador Jório Dauster (DAUSTER, 1988 apud CARVALHO et al., 1997), dizia que:

sobreviverão no mercado cafeeiro os produtores que aumentarem a produtividade baixando os custos e aprimorarem a qualidade obtendo os prêmios que o mercado internacional oferece [...] no futuro, à semelhança do que acontece atualmente com o vinho, teremos cafés

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Café, Caixa Postal 08815, CEP 70770-901 Brasília-DF. Correio eletrônico: helena.alves@embrapa.br

²Eng^a Florestal, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: margarete@epamig.ufla.br

³Eng^a Agrimensora, M.Sc., Pesq. IMA/EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: tatiana@epamig.ufla.br

⁴Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. Associado III UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: flavioborem@deg.ufla.br

⁵Bióloga, Doutoranda Fisiologia Vegetal UFLA - Depto. Biologia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: juliananevesbarbosa@gmail.com

de determinadas marcas brasileiras, por tipo de bebida e área da produção.

No Brasil, poucos produtos agrícolas têm seus preços com base em parâmetros qualitativos. Dentre estes produtos destaca-se o café, cujo valor é acrescido significativamente com a melhoria da qualidade (CARVALHO et al., 1997). De acordo com Souza (1996), um dos fatores determinantes do declínio brasileiro no mercado internacional foi a falta de um padrão de qualidade do produto nacional. A estratégia brasileira tem sido exportar grandes quantidades para um mercado em que a exigência, quanto à qualidade, é cada vez maior. Como em qualquer segmento de alimentação e de bebida, também para o café existem consumidores que desenvolvem o prazer de experimentá-lo e degustá-lo e, portanto, apreciam a qualidade e estão dispostos a pagar por ela. Isto tem levado a pesquisa à procura do conhecimento para a produção de cafés de melhor qualidade.

O café é uma bebida que se expressa diferentemente em função do local de plantio. É essencialmente um produto de *terroir*, ou seja, influenciado diretamente pelos aspectos ambientais, tanto os naturais quanto os humanos. Os diferentes métodos de cultivo, bem como as diferentes técnicas de colheita e de secagem, que refletem o “saber fazer” local e as condições particulares de clima, solo e relevo, associados às características genéticas das diferentes variedades, criam a identidade da bebida e implicam na não repetição das safras, seja no aspecto qualitativo, seja no quantitativo (ENSEI NETO, 2009 apud ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009). A produção de café Arábica no Brasil estende-se no sentido norte-sul, desde 12° até 24° de latitude sul, o que representa, aproximadamente, 1.200 km em linha reta, mesclando diversos ambientes. Em função dessas interações entre a cultura e os diversos ambientes, os cafés do Brasil possuem uma diversidade imensa de aromas e sabores e de caracte-

rísticas e atributos distintos, que permitem inúmeras combinações e a elaboração de produtos altamente diferenciados. Conhecer e explicar o que afeta a qualidade dos cafés especiais e mapear esta diversidade constitui tarefa mais complexa do que se imagina. A Associação Brasileira da Indústria de Café (Abic) elaborou um Guia da Qualidade dos Cafés do Brasil – Safra 2009, com o objetivo de oferecer uma referência ou uma vitrine dessa diversidade, provendo informações sobre a história de cada região e as características de sua produção. Esse Guia visa auxiliar o trabalho dos profissionais de compra das empresas e indústrias e demais profissionais dos mercados nacional e internacional, na aquisição de lotes diferenciados e de boa qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009).

Minas Gerais é o maior produtor nacional de café. Com mais de um milhão de hectares plantados, o Estado é responsável por, aproximadamente, 50% da safra brasileira. O café é o principal produto de exportação do agronegócio mineiro e é vendido para mais de 60 países do mundo. Há que se considerar ainda, que a cafeicultura exerce um importante papel do ponto de vista social no Estado. Buscar novos nichos de consumo, como alternativa ao café commodity, e valorizar a produção, suas diferentes origens e produtores que visam qualidade, é colocar o café mineiro em um lugar de destaque no mercado mundial, criando oportunidades de negócio e de agregação de valor.

Para tanto, é preciso desenvolver pesquisa para conhecer, caracterizar e mapear os cafés especiais produzidos no Estado e seus territórios potenciais diversificados, compreendendo as relações entre as variáveis edafoclimáticas e a qualidade final da bebida. Com base em informações qualitativa e quantitativa, cientificamente fundamentadas, o setor cafeeiro e seus representantes, com órgãos do governo e da iniciativa privada, poderão propor as ações de desenvolvimento e de inovação necessárias

à competitividade e à sustentabilidade da cafeicultura brasileira.

TRAJETO DO CULTIVO DO CAFÉ NO BRASIL

O café chegou ao norte do Brasil em 1727, mais precisamente em Belém, trazido da Guiana Francesa pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, e, num tempo relativamente curto, passou de posição secundária para a de produto-base da economia brasileira. Pelas condições climáticas brasileiras, o cultivo de café espalhou-se rapidamente. Em sua trajetória pelo País, o café passou pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. O ponto de partida das grandes plantações foi o Rio de Janeiro, de onde se estendeu para São Paulo, passando por Angra dos Reis, Parati e Ubatuba. Na época, o Rio de Janeiro era o porto de escoamento do produto. Em pouco tempo, o Vale do Rio Paraíba tornou-se a grande região cafeeira no Brasil, o que possibilitou o surgimento de uma área centralizadora de culturas e população. Subindo pelo Rio Paraíba, o café invadiu a parte oriental da província de São Paulo, migrou para o oeste, centralizando-se em Campinas e estendeu-se até Ribeirão Preto e a região da fronteira de Minas Gerais. Campinas passou a ser o grande polo produtor do País, onde as lavouras estendiam-se em largas superfícies uniformes, cobrindo a paisagem a perder de vista, formando os famosos “mares de café”. Com esse novo polo produtor, o café mudou seu centro de escoamento, sendo toda a produção do oeste paulista enviada a São Paulo e depois exportada a partir do porto de Santos (TAUNAY, 1939; NEVES, 1974).

Como a busca por regiões aptas para a cultura cobriu todo o País, a Região Sudeste, com os estados de Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, e a Região Sul, com o estado do Paraná, apesar dos problemas, como a grande geada de 1870 e a crise de 1929, mantiveram-se como importantes produtoras. A Bahia firmou-se como polo produtor no Nordeste, e

Rondônia, na região Norte. A produção de café Arábica, atualmente, concentra-se em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo. As principais regiões produtoras no estado de São Paulo são a Alta Mogiana, Alta Sorocabana e região de Piraju. Em Minas Gerais, as principais regiões produtoras são: Cerrado mineiro, Sul de Minas, Matas de Minas e Chapadas de Minas. No Paraná, o café é cultivado nas regiões do Norte Pioneiro, Norte, Noroeste e Oeste do Estado. A cafeicultura na Bahia teve uma grande influência no desenvolvi-

mento econômico de alguns municípios a partir da década de 1970. Há, atualmente, três regiões produtoras consolidadas: a do Planalto, mais tradicional produtora de café Arábica; a região oeste, também produtora de café Arábica, sendo uma região de Cerrado com irrigação, e a Litorânea, com plantios predominantes de café Robusta. No Espírito Santo, a produção do café Arábica localiza-se nas Montanhas Capixabas. A Figura 1 mostra a distribuição das regiões cafeeiras brasileiras, o que demonstra que o café está presente nos principais biomas do País.

Biomass brasileiros e sua influência na identidade do café

Durante muito tempo, o café brasileiro mais conhecido em todo o mundo foi o “tipo Santos”. A qualidade do café santista e o fato de ser um dos principais portos exportadores do produto determinaram a criação do café “tipo Santos”. Contudo, por sua extensão territorial e peculiar variação ambiental, a cafeicultura brasileira tem sua produção distribuída em diferentes regiões que se distinguem pelas características marcantes dos seus ambientes, tanto em relação ao meio físico, quanto em relação às condições climáticas e socioeconômicas. Essas regiões são marcadas por grandes variações no solo, na temperatura, na umidade relativa (UR) e na altitude, as quais influenciam a qualidade da bebida do café. Além das regiões e seus efeitos edafoclimáticos, o Brasil também é rico em formas de processamento que resultam em cafés com distintas características sensoriais. Como ressaltam Borém e Friedlander (2009):

a pluralidade dos sabores e aromas dos cafés do Brasil é sua marca mais notável e precisa ser mais bem compreendida e explorada para o bem da nossa cafeicultura.

As regiões de produção de cafés especiais, que se destacam, também apresentam grandes variações ambientais que fazem com que a qualidade do café se expresse de maneiras distintas. Borém e Friedlander (2009) descrevem estas relações entre o ambiente e as características sensoriais predominantes da bebida dos cafés produzidos em algumas destas regiões. Nas regiões com estação seca bem definida, como o Cerrado mineiro, Mogiana Paulista e Chapada Diamantina, as quais possuem predomínio do bioma Cerrado, os cafés caracterizam-se pelo aroma intenso com notas de chocolate, caramelo e nozes, acidez delicada, corpo moderado, sabor adocicado com finalização longa. As características desse ambiente para a produção de cafés são peculiares por apresentar



Figura 1 - Distribuição das regiões produtoras de café no Brasil

FONTE: Associação Brasileira da Indústria de Café (2009).

altitudes que variam de 700 a 1.200 m, precipitação anual em torno de 1.500 mm e temperaturas médias anuais entre 18 °C e 22 °C. Nessas áreas, a implantação da irrigação favoreceu o aumento de produção e a expansão da área de cultivo, antes inapta. Na Alta Mogiana, em São Paulo, a temperatura média anual é de 21 °C, com altitudes iguais ou acima de 1.000 m e precipitação média anual em torno de 1.500 mm, sendo que o bioma predominante é a Mata Atlântica, com ocorrência de Campos Rupestres. Os cafés destacam-se por apresentar corpo médio, acidez de média intensidade, aromas de erva-cidreira e capim-limão e finalização adocicada. Nas regiões mais frias, como as Serras do Sul do estado de Minas Gerais, com biomas de transição Cerrado - Mata Atlântica e com ocorrência de Campos Rupestres, altitudes maiores que variam de 800 a 1.400 m, temperaturas médias anuais entre 12 °C e 22 °C e precipitação anual em torno de 1.500 mm, o café apresenta-se encorpado, com acidez de média a fraca, de característica cítrica e doçura. Na região das Matas de Minas, com bioma predominante de Mata Atlântica, temperaturas médias anuais mais amenas entre 18 °C e 23 °C, precipitação entre 1.400 e 1.600 mm e altitudes mais baixas de 400 a 1.000 m, o café produzido é mais encorpado, doce com acidez acentuada, mas equilibrada. Na região das Montanhas Capixabas, também no bioma Mata Atlântica, com temperaturas médias anuais que variam entre 15 °C e 22 °C, precipitação média anual de 1.400 mm e altitudes entre 650 e 1.200 m, os cafés especiais produzidos apresentam sabor intenso adocicado e acidez frutada mediana, que confere equilíbrio à bebida. No Norte Pioneiro do Paraná, no bioma Mata Atlântica, onde as altitudes variam de 400 a 1.000 m, as temperaturas médias entre 19 °C e 22 °C e a precipitação média anual entre 1.200 e 1.500 mm, os cafés apresentam bebida de sabor característico, com doçura baixa, acidez e corpo medianos e finalização de longa duração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009).

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA A CULTURA DO CAFÉ

O zoneamento agroclimatológico delimita as áreas com potencial adequado de clima e solo para as culturas, sendo ferramenta fundamental para a implantação de qualquer atividade agrícola. Para alcançar produtividade econômica, cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo, de uma quantidade mínima de água e de um período seco nas fases de maturação e colheita. O atendimento dessas exigências é que fará uma determinada região ser considerada apta para uma dada cultura.

Os primeiros estudos de zoneamento agrícola no Brasil foram realizados nas décadas de 1970 e 1980, contemplando várias culturas, entre estas o café. Esses estudos foram desenvolvidos considerando aspectos macroclimáticos e a análise dos fatores térmico e hídrico. Baseavam-se no balanço hídrico de Thornthwaite em combinação com valores médios mensais e anuais de precipitação e temperatura média do ar. O Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais do IBC, na década de 1970, empenhou-se na expansão e racionalização do Parque Cafeeiro Nacional, empregando zoneamentos regionais de aptidão macroclimática, ou seja, uma faixa mapeada como apta podia apresentar situações topoclimáticas locais desfavoráveis, com restrições quanto ao solo e mostrar-se ecologicamente inapta à cafeicultura (CAMARGO, 1977).

O zoneamento é um processo contínuo que necessita ser atualizado sempre que novos dados ou métodos estiverem disponíveis, os quais possibilitem detalhar e ampliar as informações, tornando-o cada vez mais próximo da realidade. Ao longo dos anos, várias atualizações foram propostas para a cultura do café. A incorporação de séries climatológicas mais longas, da geotecnologia e de modernos sistemas computacionais permitiu o desenvolvimento de novos estudos para o zoneamento do café,

que, atualmente, contempla estudos de riscos climáticos, enfocando principalmente os elementos do balanço hídrico, as variações de temperatura do ar e a ocorrência de eventos adversos, empregando geotecnologias para a espacialização dos resultados.

Sedyama et al. (2001), ao utilizarem um banco de dados meteorológicos mais completo e um Sistema de Informações Geográficas (SIG), realizaram o zoneamento agroclimático do café Arábica para Minas Gerais (Fig. 2). Os elementos utilizados para determinar a aptidão foram a faixa de temperatura média anual entre 18 °C e 23 °C, temperaturas mínimas críticas iguais ou inferiores a 2 °C em abrigo termométrico, a 30% de probabilidade, para os meses de maio a julho, e a deficiência hídrica anual para a capacidade de água disponível no solo de 125 mm. Esses mesmos autores sugerem que os fatores pedológicos e topográficos devem ser considerados na delimitação da cultura, dentro dos campos climáticos homogêneos, porque podem alterar a aptidão climática. Ainda segundo esses autores, os cafezais devem situar-se na face norte ou na poente ou em pontos intermediários, restringindo ao mínimo nas encostas de exposição sul. Nas zonas sujeitas ao fenômeno das geadas de radiação, devem ser evitados os vales de difícil circulação de ar. O relevo também é importante na instalação de novos cafezais, quando se consideram aspectos relacionados com mecanização e conservação do solo.

A primeira experiência brasileira para identificar as melhores épocas de plantio, com utilização de geotecnologias, foi desenvolvida por Assad et al. (1993), quando foram espacializados os resultados de simulação do balanço hídrico para o arroz de sequeiro. A partir desse trabalho, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) financiou um programa nacional de zoneamento, a fim de estabelecer zonas homogêneas com épocas de plantio de menor risco para cada cultura e a partir da safra 2005/2006, este trabalho foi ampliado para inclusão de novas culturas, dentre estas o café, apresentado na Figura 3. O atual Zoneamento de Riscos

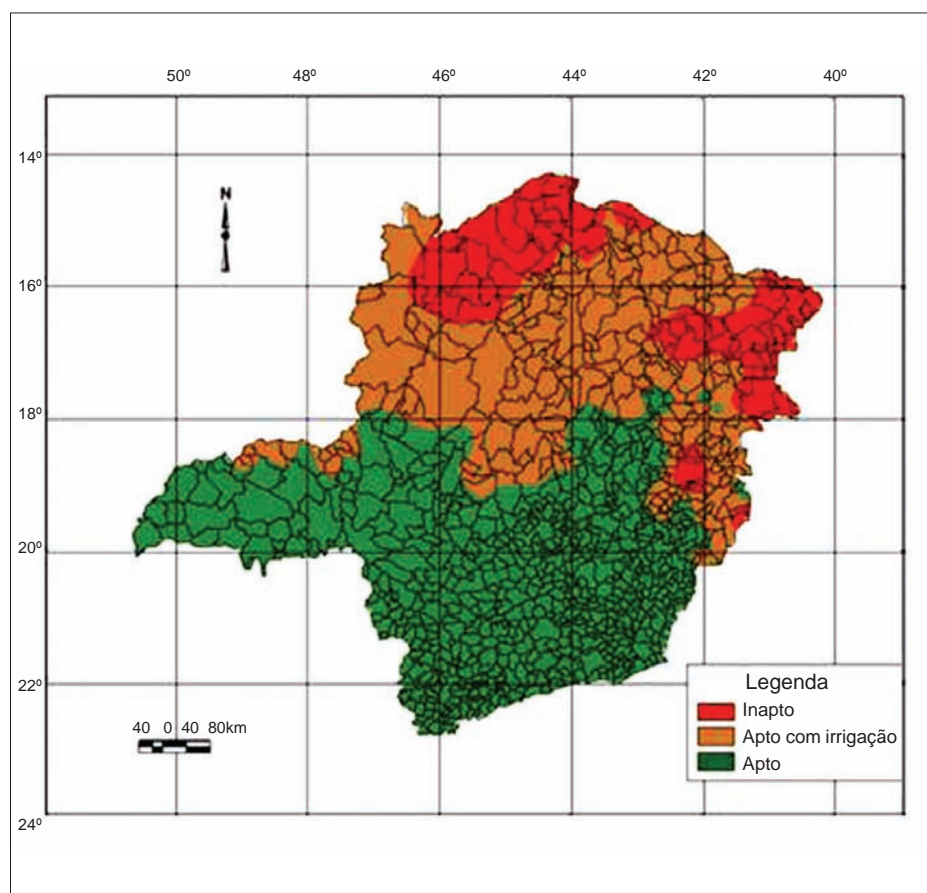


Figura 2 - Zoneamento climático da cultura do café (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais - 2001

FONTE: Sediya et al. (2001).

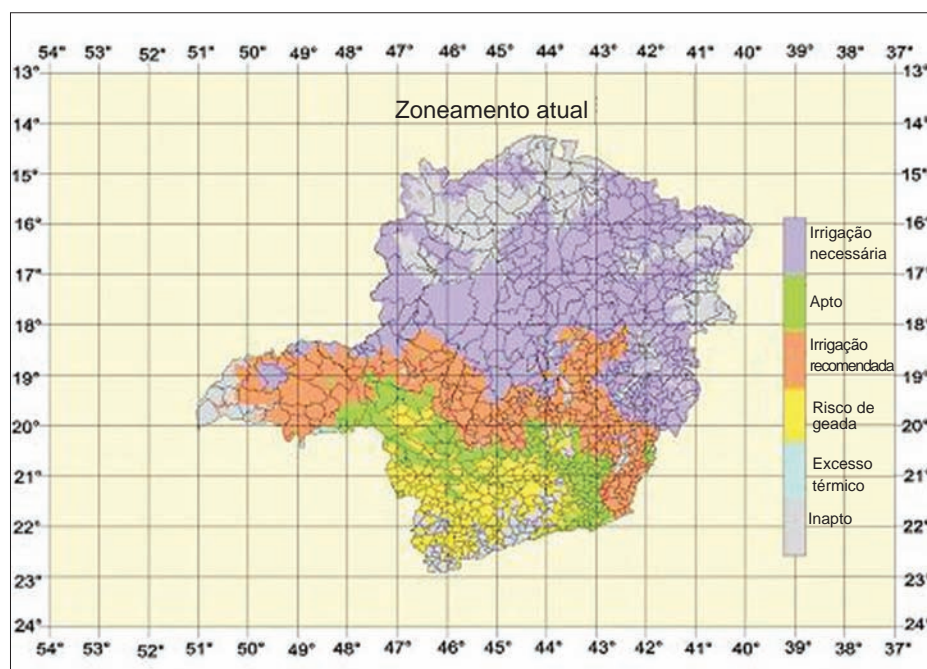


Figura 3 - Zoneamento de risco climático do café (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Assad et al. (2004).

Climáticos (BRASIL, 2011) é alimentado pela rede de dados meteorológicos disponíveis no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo).

Aptidão climática para a qualidade do café

Camargo, Santinato e Cortez (1992) citam que os fatores climáticos fundamentais para a definição da aptidão climática são o térmico e o hídrico, representados pela temperatura média anual e pela deficiência hídrica nos períodos críticos da cultura. A espécie *Coffea arabica* L. é originária de áreas tropicais da Etiópia, localizadas entre 6° e 9° de latitude norte, em altitudes que variam entre 1.600 e 2.000 m. A temperatura média anual nessa região é de 18 °C a 20 °C (mínima de 4 °C e máxima de 31 °C) e a precipitação anual é de 1.500 a 1.800 mm. A estação chuvosa é concentrada no verão, de março a outubro, com ocorrência de inverno seco de novembro a fevereiro (CAMARGO; PEREIRA, 1994). No Brasil, toda a cafeicultura está situada em áreas com latitudes superiores a 4°, encontrando-se em condições tropicais e não equatoriais, apresentando um ciclo fenológico bem definido: florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno.

As faixas de aptidão para a produção do café, contudo, são normalmente mais amplas que as referentes à qualidade da bebida. Os parâmetros macroclimáticos considerados como favoráveis para a obtenção de bebida fina podem ser altamente influenciados por efeitos oroclimáticos e topoclimáticos, que fazem aumentar a umidade ambiente afetando, entre outros, a composição química da mucilagem do café, o tipo de atividade microbiana e a intensidade do processo fermentativo. Dessa forma, mesmo regiões propícias à produção de cafés de boa qualidade possuem uma diversidade climática que causa variações nas características da bebida (acidez, corpo e aroma). Isto, contudo, pode representar uma grande vantagem para o Brasil, país de dimensões continentais, pois, uma vez

que a interferência de microrganismos nos processos fermentativos seja controlada, é possível produzir cafés com características regionais de aroma e sabor e atender mercados consumidores com exigências diversas, a exemplo do que já acontece com os vinhos.

É conhecido o fato de que temperaturas baixas são responsáveis pelo adiantamento do processo de amadurecimento, que, por sua vez, leva ao maior acúmulo de bioquímicos associados à melhora do aroma do café (VAAST et al., 2006). Logo, a elevação da altitude está relacionada com o aumento da qualidade da bebida. Serrano e Castrillón (2002) estudaram a relação entre a altitude (1.450 a 1.650 m) e a qualidade do café no município de Fresno, Colômbia, e relataram melhoria significativa da bebida em altitudes mais elevadas. Em Honduras, Decazy et al. (2003) observaram cafés de qualidade superior em locais com altitudes elevadas e precipitações anuais abaixo de 1.500 mm. Entretanto, resultados contraditórios foram encontrados nos trabalhos de Guyot et al. (1996) e Avelino et al. (2005). Embora o cultivo de café Arábica na altitude seja conhecido por afetar favoravelmente a qualidade final da bebida, Joët et al. (2010) afirmam que os dados quantitativos que descrevem a influência das condições climáticas sobre a composição química da semente ainda são escassos. Bertrand et al. (2006) investigaram a qualidade da bebida de três tipos de variedades de café Arábica, localizados em diversos ensaios, em altitudes que variaram de 700 a 1.600 m em El Salvador, Costa Rica e Honduras, e observaram que os cafés localizados em altitudes elevadas apresentaram efeito significativo positivo na composição bioquímica dos grãos. Os parâmetros microclimáticos, contudo, não foram registrados e, portanto, não foi possível concluir se os efeitos da altitude são principalmente relacionados com o gradiente de temperatura ou com outras variáveis edafoclimáticas.

Um estudo mais rigoroso, relacionando as principais variáveis climáticas (tempera-

tura, precipitação, irradiância e evapotranspiração potencial) e a composição bioquímica de grãos verdes, foi proposto por Joët et al. (2010). Foram utilizadas amostras de 16 talhões de café Arábica espacializados na Ilha Reunion (próximo a Madagascar), escolhida por possuir solo vulcânico, rico e homogêneo, diferentes microclimas em curta distância, com uma densa rede de estações meteorológicas. Todas as parcelas foram semeadas no mesmo ano, com a mesma cultivar e manejo agrícola. Foram quantificadas variações em lipídios, ácidos clorogênicos, cafeína e conteúdo de açúcar. Entretanto, os resultados ainda foram contraditórios, demonstrando a complexidade de encontrar relações consistentes entre variáveis edafoclimáticas, constituintes bioquímicos e a melhoria do aroma e sabor da bebida do café.

A qualidade da bebida de café depende da composição química do grão, determinada por fatores genéticos, tratos culturais e características do ambiente de cultivo (CARVALHO; CHALFOUN, 1985). Visando caracterizar as principais áreas naturalmente aptas para produção de bebidas de café (*Coffea arabica* L.) classificadas como mole, Camargo, Santinato e Cortez (1992) determinaram condições térmicas e hídricas favoráveis descritas no Quadro 1. Essas condições são encontradas normalmente nas regiões altiplanas de clima mais frio, entre 18 °C e 20 °C de média anual e com deficiência hídrica anual elevada nas fases de maturação e colheita (Alta Mogiana, Sul de Minas e Triângulo Mineiro) e em regiões com deficiências hídricas excessivamente elevadas, cuja cafeicultura necessita de irrigação suplementar.

Para melhor compreender as relações entre o clima, a maturação dos grãos e a qualidade da bebida de café Arábica em algumas localidades de Minas Gerais, Cortez (1997) utilizou o cálculo do somatório de evapotranspiração potencial e constatou que as melhores condições climáticas para produzir, naturalmente, bebidas finas foram encontradas em propriedade localizada em Carmo do Paranaíba (1.050 m de altitude), por causa do elevado déficit hídrico no momento da colheita, e em Machado e Ouro Fino (1.050 e 900 m de altitude, respectivamente), por causa do moderado déficit hídrico e temperaturas baixas suficientes para interromper processos fermentativos que prejudicam a bebida. Estes resultados, contudo, são apenas indicativos do potencial regional e não informam sobre a influência dos parâmetros climáticos na qualidade da bebida do café.

Condições climáticas de Minas Gerais e suas relações com a qualidade da bebida do café

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, com uma extensão territorial de 582.586 km², que representa 6,9% da área total do Brasil, inteiramente contida na zona intertropical (CUPO-LILLO, 1997). O Estado 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

QUADRO 1 - Parâmetros de temperatura média anual e deficiência hídrica, utilizando capacidade de retenção de água no solo de 125 mm, para a obtenção de bebida fina

Temperatura média anual (°C)	Deficiência hídrica anual (mm) superior a
18 a 19	20
19 a 20	50
21 a 21	100
21 a 22	150

FONTE: Camargo, Santinato e Cortez (1992).

e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada (CUPOLILLO, 2008). O macroclima 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 (VIANELLO et al., 2006). 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. O centro de baixa pressão provoca intensas formações convectivas que penetram no estado de Minas Gerais, associando-se às frentes polares, 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 (CUPOLILLO, 2008).

A Figura 4 apresenta o mapa de pluviosidade do estado de Minas Gerais, com a dis-

tribuição das chuvas de acordo com as Normais Climatológicas do período 1961-1990 (CARVALHO et al., 2007). A precipitação é um dos atributos que mais influenciam nas fases fenológicas do cafeeiro e é utilizada para ordenar geograficamente áreas aptas, restritas e inaptas ao cultivo. Atualmente, regiões restritas à disponibilidade hídrica, mas que adotaram práticas de irrigação suplementar, têm apresentado destaque tanto na produtividade quanto na qualidade da bebida do café. Observam-se quatro faixas de precipitação média anual evidenciando regiões com volume que varia de menor que 1.000 mm até maior que 1.500 mm de precipitação anual total. A precipitação anual ótima para o cafeeiro está entre 1.200 e 1.800 mm, mas a planta cresce e produz bem de 800 a 2.000 mm (ALÉGRE, 1959 apud RENA; MAESTRI, 1986). 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 (MATIELLO, 1991; CARMAGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO; ROLIM; SANTOS, 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 e Maestri (1986). Essa desfolha, durante a frutificação, pode ocasionar prejuízo para a planta que necessita desses aparatos para realizar o enchimento dos frutos. Já outros relatos na literatura mostram que a queda da temperatura em decorrência das chuvas ocasiona a quebra de dormência de botões florais (MES, 1957; BROWING, 1977 apud SOARES et al., 2005). Camargo, Rolim e Santos (2007) observaram também que temperaturas elevadas podem provocar redução no crescimento vegetativo e 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. No mapa apresentado na Figura 5 (BARBOSA, 2009), observa-se que, pela sua grande extensão territorial, o Estado compreende diversas faixas latitudinais que vão desde o extremo sul, com temperaturas mais amenas, ao extremo norte, com temperaturas mais quentes. Observam-se faixas de temperatura das áreas com limites térmicos para o cultivo do café, os quais variam de 12 °C a 26 °C. O cafeeiro não tolera variações muito amplas de temperatura, estando a temperatura ótima compreendida entre 18 °C e 21 °C (ALÉGRE, 1959 apud RENA; MAESTRI, 1986). Na colheita e pós-colheita, sua influência 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 (DECAZY et al., 2003).

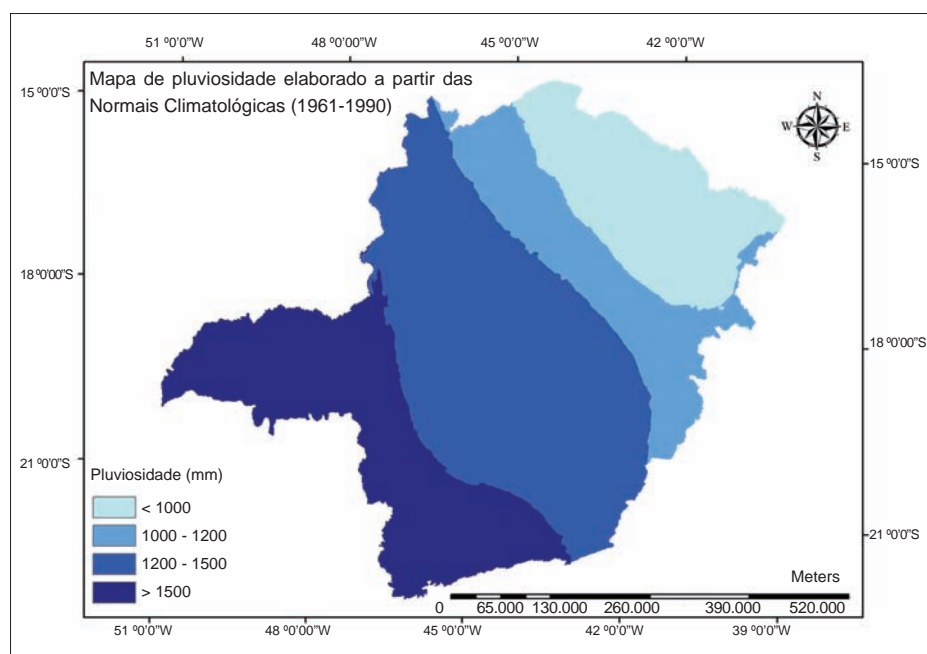


Figura 4 - Mapa de classes de precipitação pluvial total média anual (mm) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

O índice de umidade também pode ser utilizado para a espacialização da aptidão da cafeicultura, o que possibilita a melhoria do atual modelo de zoneamento citado por Meireles et al. (2007). No mapa de índice de umidade, apresentado na Figura 6, podem ser observadas áreas com disponibilidade hídrica e déficit hídrico, relacionados com diferentes indicadores climáticos apresentados no Quadro 2 (CARVALHO et al., 2007). A cor vermelha representa áreas com maior déficit e a azul intenso, áreas com alta umidade.

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. Existe também a influência da exposição das encostas que afetam os níveis de radiação solar. Contudo, são poucos os trabalhos que avaliam essa influência na qualidade do café. Avelino et al. (2005) realizaram um estudo sobre os efeitos da altitude e a disposição geográfica de encostas para dois *terroirs* da Costa Rica: Orosi e Santa Maria de Dota e constataram diferenças nas bebidas dos cafés produzidos nessas áreas distintas. Verificaram que quanto maior a altitude, maior a qualidade.

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) (IMA, 1995). Essas regiões apresentam características distintas, tanto em relação ao meio físico, quanto em relação às condições socioeconômicas. Por sua 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 refere ao clima, altas altitudes são sinônimo de baixas temperaturas. Conforme Ayoade (2003), a temperatura do ar decresce

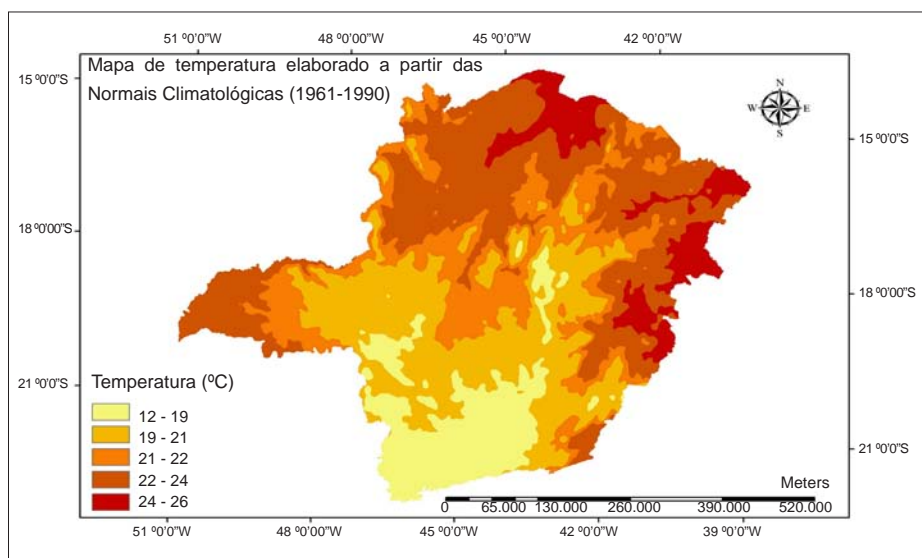


Figura 5 - Mapa de classes de temperatura média anual (°C) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

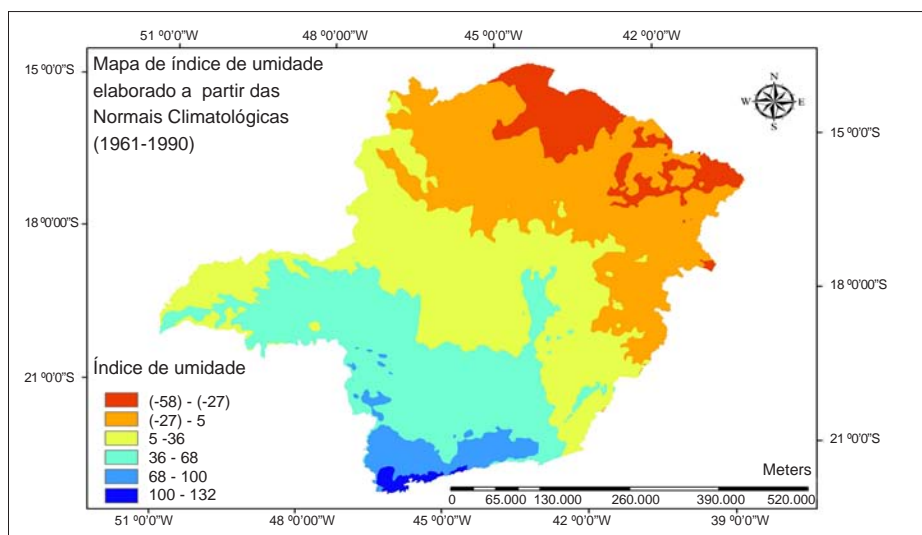


Figura 6 - Zoneamento climático com base no índice de umidade (IU) de Thorntwaite para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

QUADRO 2 - Tipos climáticos estabelecidos no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG)

Tipo de clima	Índice de umidade
Superúmido	≥ 100
Úmido	80 a 100
Úmido	60 a 80
Úmido	40 a 60
Úmido	20 a 40
Subúmido	0 a 20
Subúmido seco	-33,3 a 0
Semiárido	-66,7 a -33,3
Árido	-100 a -66,7

FONTE: Carvalho et al. (2007).

a uma taxa média de 0,6 °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), ao trabalharem com o cultivo de cafeeiro em altitudes distintas comprovaram que a alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro são influenciados pela altitude. Decazy et al. (2003) relatam que a altitude e o clima desempenham um importante papel por meio da temperatura e da disponibilidade de água e luz, durante o período de maturação do cafeeiro. Fica evidente que as grandes variações ambientais de Minas Gerais influenciam diretamente as características de qualidade dos cafés produzidos no Estado, proporcionando uma variabilidade de sabor e aroma que precisam ser mais bem estudados e identificados.

Distribuição espacial de cafés no estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade

Diante da necessidade de conhecer as áreas com potencial de produção de cafés de qualidade de Minas Gerais, Barbosa et al. (2010) relacionaram a qualidade sensorial dos cafés participantes do Concurso de Qualidade – Cafés de Minas, com as características ambientais e geográficas dos seus respectivos municípios. O concurso é realizado anualmente, pela Emater-MG e pela Ufla e compreende quatro etapas. A primeira é constituída por todos os inscritos, e são avaliados os aspectos físicos. A partir da segunda etapa, são avaliados os atributos sensoriais para amostras de café, separadas nas categorias de café natural e café cereja descascado, de acordo com a metodologia da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA). Nas análises sensoriais, a bebida do café é avaliada quanto ao sabor e aroma, sendo também avaliados os atributos corpo, acidez, doçura e fragrância. Com o intuito de caracterizar o ambiente dos municípios participantes foram utilizadas

as normais climatológicas do período 1961/1990, de temperatura, pluviosidade e índice de umidade do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG) (CARVALHO et al., 2007). As amostras foram espacializadas com base na localização geográfica (latitude e longitude) da sede do município ao qual pertenciam. Para a visualização da intensidade de concentração de amostras foram criados mapas de Kernel e as áreas que continham o maior número de eventos foram denominadas *Hot Points*. Os mapas de Kernel que mostram a distribuição espacial das amostras de cafés das duas categorias, café natural e cereja descascado, nas quatro fases do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, do ano 2007, estão apresentados nas Figuras 7 a 10. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras – *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixa e muito baixa concentração são representadas, respectivamente, pelas cores amarela, verde e azul.

Os resultados evidenciaram uma boa distribuição das amostras, com focos de média, alta e muito alta intensidade amostral. Por meio da análise espacial observa-se a mudança dos *Hot Points*, ou seja, da alta concentração das amostras, da primeira à quarta etapa de classificação do concurso. Na Figura 7, referente às avaliações da primeira fase, pode ser observado um foco de concentração amostral muito alto, 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. A Figura 8 mostra uma maior distribuição dos focos de média intensidade amostral na segunda fase do concurso, 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 Sul de Minas e outro ao extremo sul dessa região. Ao observar a Figura 9, nota-se que os focos de média intensidade amostral presentes na segunda fase do concurso, na região das

Matas de Minas (Fig. 8), desaparecem na terceira fase, tornando-se focos de baixa intensidade amostral. Verificam-se focos de alta e média intensidade na região do Sul de Minas. Na quarta fase, para o ano de 2007 (Fig. 10), 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. Ou seja, na fase em que ficam os cafés finalistas do concurso, verificou-se alta concentração de amostras na região do Sul de Minas para ambas as categorias, mostrando que a região destaca-se pela produção de cafés com boa qualidade de bebida. O clima e a altitude desempenham um importante papel no período de maturação do cafeeiro em decorrência da temperatura, luz e água disponível (BERTRAND et al., 2006). Isto talvez explique a ocorrência de *Hot Points* no Sul de Minas, principalmente no extremo sul da região na quarta fase do concurso, fato que é ratificado pelo histórico de municípios da região da Serra da Mantiqueira, tradicionalmente conhecidos pela produção de cafés de qualidade, com notoriedade nacional e internacional.

O sabor e o aroma do café estão relacionados com a 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. Além da composição química, o processamento pós-colheita também influencia na qualidade final do produto, originando bebidas de características distintas. Com o objetivo de avaliar as relações entre a qualidade, o conteúdo de compostos químicos e características ambientais, Barbosa (2009) relacionou o resultado da análise sensorial de 60 amostras participantes do concurso de 2007, com características ambientais e o conteúdo de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeiolquínico, presentes nos grãos de café produzidos nesses municípios.

Os resultados demonstraram discriminação de notas altas e baixas em decorrência das variáveis ambientais,

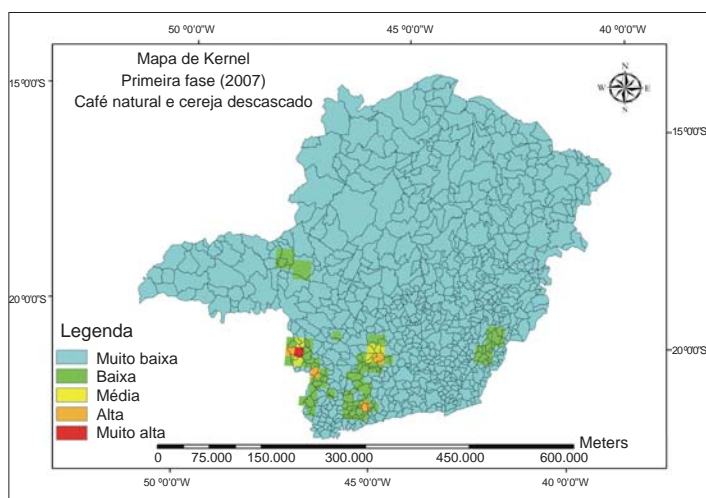


Figura 7 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na primeira fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

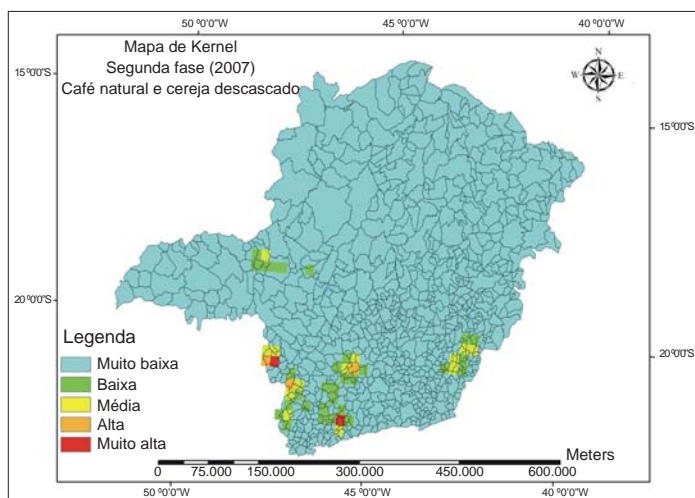


Figura 8 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

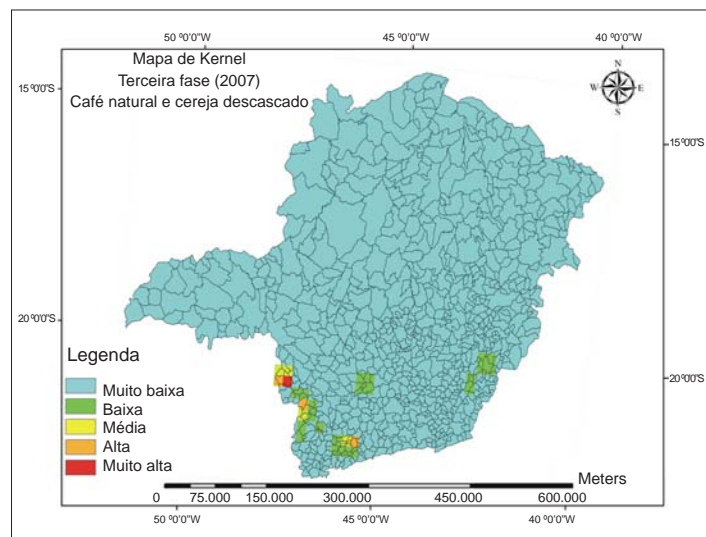


Figura 9 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

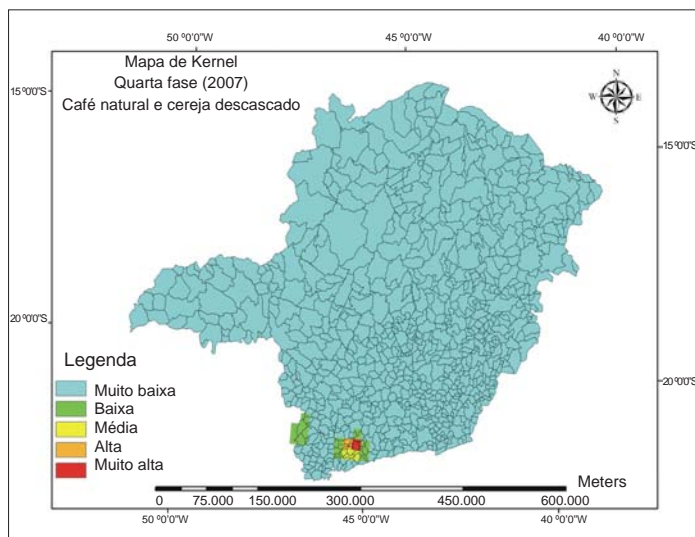


Figura 10 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

evidenciando forte influência da temperatura, precipitação, altitude e latitude na qualidade dos cafés estudados. O Gráfico 1 apresenta a superfície obtida a partir dos dados de altitude, latitude e qualidade sensorial. Os resultados evidenciam que as notas de qualidade de bebida variaram com a altitude, 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 também foi observado por Avelino et al. (2005) em cafés da Costa Rica, mas dados semelhantes ainda não haviam sido descritos para cafés do Brasil. O trabalho possui caráter exploratório e ilustrativo, uma vez que as coordenadas geográficas utilizadas referem-se às sedes municipais de origem das amostras, não sendo, portanto, suficientes para obter afirmações precisas da espacialização da qualidade e suas relações com o meio

geográfico. Ainda assim, constituem importantes indicadores de caminhos para trabalhos futuros que visem uma melhor compreensão das relações entre o ambiente e a qualidade dos cafés do estado de Minas Gerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade dos mercados nacional e internacional de café mostra que existe uma demanda crescente por cafés espe-

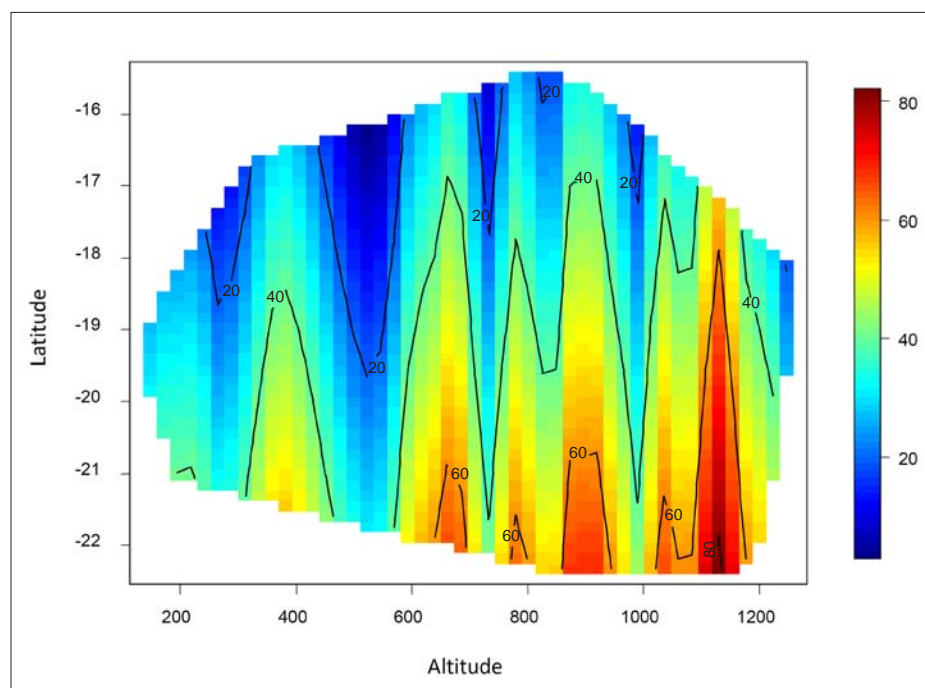


Gráfico 1 - Superfície das amostras inscritas no ano de 2007, relacionando nota de qualidade de bebida, altitude e latitude de 60 amostras finalistas do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, do ano de 2007

FONTE: Barbosa (2009).

ciais, cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o meio geográfico. Os municípios mineiros vêm conquistando concursos de qualidade de café, abrindo espaço no mercado e agregando valor ao produto. Por sua grande extensão territorial e variação ambiental, o Estado possibilita a produção de cafés de qualidade com grande diversidade de sabor e aroma. Estas diferenças estão relacionadas com as características peculiares de cada município, principalmente às variações de clima, latitude, altitude e sistemas de produção. Por meio da análise espacial, foi possível apontar alguns dos fatores que influenciam a qualidade dos cafés do estado de Minas Gerais, demonstrando que quanto maior a altitude, maior a nota obtida na análise sensorial, e que em latitudes maiores a influência da altitude na obtenção de cafés de melhor qualidade é menor (BARBOSA, 2009; BARBOSA et al., 2010). Entretanto, estudos semelhantes são ainda escassos no Brasil e poucos trabalhos tentaram identificar tal relação. Numa realidade global, que privilegia e

demandar qualidade, tais estudos precisam ser realizados para que se conheça a distribuição espacial da qualidade dos cafés produzidos no Estado e para que se possa utilizar desse conhecimento para agregar valor e sustentabilidade à cafeicultura mineira.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E.D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.
- _____. et al. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed.). **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. cap.10, p.231-248.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Guia da qualidade dos cafés do Brasil - safra 2009**. Rio de Janeiro, 2009. 111p.
- AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. **Journal of the Scien-**

ce of Food and Agriculture, Malden, v.85, n.11, p.1869-1876, Aug. 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BARBOSA, J.N. **Distribuição espacial de cafés do estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade**. 2009. 108p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

_____. et al. Spatial distribution of coffees from Minas Gerais state and their relation with quality. **Coffee Science**, Lavras, v.5, n.3, p.237-250, Sept./Dec. 2010.

BERTRAND, B. et al. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving sudanese-ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, Cary, v.26, n.9, p.1239-1248, Sept. 2006.

BORÉM, F.M.; FRIEDLANDER, D. Navigating origins. **Roast Magazine**, Portland, p.94-95, Sept./Oct. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 17 abr. 2011.

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

_____.; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 96p. (World Meteorological Organization. CAgM Report, 58).

_____.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAAPROCAFÉ, 1992. p.70-74.

_____. Zoneamento da aptidão climática para a cafeicultura de arábica e de robusta no Brasil. In: IBGE. **Recursos naturais, meio ambiente e poluição: contribuição de um ciclo de debates**. Rio de Janeiro, 1977. v.1, p.68-76.

CAMARGO, M.B.P. de; ROLIM, G. de S.; SANTOS, M.A. dos. Modelagem agroclima-

tológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades. **Informe Agropecuário**. Geotecnologias, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.58-65, nov./dez. 2007.

CARVALHO, L.G. et al. Clima. In: SCOLFORO, J.R.; CARVALHO, L.M.T. de; OLIVEIRA, A.D. de (Org.). **Zoneamento econômico ecológico de estado de Minas Gerais**: componente geofísico e biótico. Lavras: UFLA, 2007. CD-ROM.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**. Café, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-91, jun. 1985.

_____. et al. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20, 1997.

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

COSTA, L.; CHAGAS, S.J. de R. Gourmets: uma alternativa para o mercado de café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.63-67, 1997.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico hidroclimático da bacia do Rio Doce**. 2008. 156p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

_____. **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, 1997.

DECAZY, F. et al. Quality of different hon-duran coffes in relation to several environ-

ments. **Journal of Food Science**, Malden, v.68, n.7, p.2356-2361, Sept. 2003.

GUYOT, B. et al. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica. **Plantations Recherche Développement**, Montpellier, v.3, n.4, p.272-280, juil./août 1996.

IMA. Portaria nº 165, de 27 de abril de 1995. **Delimita regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para a instituição do certificado de origem**. Belo Horizonte, 1995. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/legislacao>>. Acesso em: 18 dez. 2008.

JOËT T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, Maryland Heights, v.118, n.3, p.693-701, Feb. 2010.

LAVIOLA, B.G. et al. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1451-1462, nov./dez. 2007.

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

MEIRELES, E.J.L. et al. Zoneamento agroclimático: um estudo de caso para o café. **Informe Agropecuário**. Geotecnologias, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.50-57, nov./dez. 2007.

NEVES, C. **A estória do café**. Rio de Janeiro: IBC, 1974. 52p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: _____. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.14-85.

SEDIYAMA, G.C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo fundo, v.9, n.3, p.501-509, 2001. Número especial.

SERRANO, C.E.B.; CASTRILLÓN, J.J.C. Influência de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206 B en Colombia. **Cenicafé**, Manizales, v.53, n.2, p.119-131, abr./jun. 2002.

SOARES, A.R. et al. 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. **O café (Coffea arabica L.) na região Sul de Minas Gerais**: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996. 171f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1996.

TAUNAY, A. de E. **História do café no Brasil**: no Brasil Imperial 1822-1872. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1939.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centeron: Drexel Institute of Technology-Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v.86, n.2, p.197-204, Jan. 2006.

VIANELLO, R.L. et al. Veranico 2006 em Minas Gerais: precedentes meteorológicos e impactos na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2006.

186 x 48 mm