

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - MG

Instituto de Ciências da Natureza

Curso de Geografia – Licenciatura

JOSÉ MATEUS SALOMÃO CÂNDIDO

**A INFLUÊNCIA DAS OSCILAÇÕES ATMOSFÉRICAS NO
DESEMPENHO DA CULTURA CAFEIEIRA EM
MUZAMBINHO/MG**



Alfenas - MG

2019

JOSÉ MATEUS SALOMÃO CÂNDIDO

**A INFLUÊNCIA DAS OSCILAÇÕES ATMOSFÉRICAS NO
DESEMPENHO DA CULTURA CAFEEIRA EM
MUZAMBINHO/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de **Licenciado** em Geografia pelo Instituto de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Alfenas- MG, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza.

Alfenas – MG
2019

Banca Examinadora

Prof. Assoc. Paulo Henrique de Souza - UNIFAL-MG

Ms. Bruno César dos Santos EESC-USP

Prof. Dr. Lineo Aparecido Gaspar Junior - UNIFAL-MG

Alfenas (MG), 15/07/2019

Resultado

Epígrafe

*Mas em todas estas coisas, somos mais que
vencedores, por meio dAquele que nos amou.*

(Romanos 8,37)

Dedicatória

Aos agricultores, cafeicultores e trabalhadores do campo, que trabalham a terra e produzem o alimento para a mesa do povo brasileiro.

Agradecimentos

Primeiramente agradecer àqueles que estão em um plano superior: a Deus, doador da vida, que permitiu que eu trilhasse este caminho. A Jesus, Mestre Supremo, que é a inspiração para todo serviço. Ao Espírito Santo, que sopra sem cessar, concedendo os dons necessários para a caminhada. E de modo particular, agradecer a Virgem Maria, Senhora do Rosário, a quem sempre recorri como um colo de Mãe e nunca me deixou desamparado.

Em seguida, agradecer aos meus pais José Vitor e Cristina que são minha base e jamais mediram qualquer esforço para que eu pudesse cursar esta faculdade. Aos meus irmãos, Beatriz, João e Pedro que participaram de longe de cada fase, boa ou ruim, e fizeram o que foi possível para me apoiar nessa trajetória. E também aos demais familiares que de uma forma ou de outra viveram o sonho de mais um membro da família cursar um curso superior.

Também é preciso agradecer aos amigos de casa, de infância, do trabalho, da Igreja e todos que torceram e rezaram para que esta conquista fosse possível. Sobretudo agradecer aos amigos e colegas da Geografia e da inesquecível turma “B302” que sonharam e vivenciaram comigo este sonho, nestes mais de 4 anos de muito aprendizado.

Agradeço de modo particular a todos os professores que passaram por mim neste período de Graduação por cada ensinamento proporcionado. E de modo muito especial agradeço ao meu Orientador, Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza, que aceitou orientar esta pesquisa e deu todo apoio necessário. Também ao Prof. Ms. Bruno César dos Santos que, de longe, deu sua contribuição sem precedentes para que este trabalho acontecesse.

Agradecer também a EMATER-MG e seus colaboradores e ao Prof. Dr. Paulo Sergio de Souza e o Prof. Ms. Lucas Eduardo Oliveira Aparecido, parceiros do IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, que cederam todos os dados necessários durante os trabalhos.

Não poderia deixar de agradecer ao Colégio Salatiel que abriu suas portas para que pudesse realizar todos os Estágios da graduação. Especialmente agradeço a professora Leda Maria que me auxiliou e supervisionou em cada estágio sendo exemplo e inspiração.

Por fim, mas não menos importante, agradeço de forma muito especial às amigas que caminharam mais perto nestes anos: Erika, Daiani e Dilma, que foram não só colegas, mas irmãs e com quem dividi as melhores experiências possíveis neste período de formação.

A todos minha eterna gratidão!

Resumo

As atividades agropecuárias possuem um peso destacado no conjunto da economia brasileira, respondendo pelo emprego ou sustento de significativa parcela da população. Dentre os ramos que se destacam no setor, pode ser citado o cultivo de café no Sul do estado de Minas Gerais, respondendo por cerca de 25% da produção nacional. Assim, diante da importância que a cultura cafeeira possui para a economia local e no bojo das atividades agropecuárias brasileiras, e, da demanda que existe por pesquisas que apoiem e colaborem com a eficiência desse cultivo, o presente TCC foi desenvolvido analisando a relação que pode ser identificada entre o desempenho da lavoura cafeeira numa porção específica do território mineiro, a saber o município de Muzambinho, com o comportamento da temperatura e precipitação nos últimos anos. Estudos relacionados a área científica da climatologia estão entre os mais desenvolvidos, e são relativos a influência dos padrões atmosféricos sobre o desempenho dessa lavoura. Sob esta perspectiva, o presente estudo lançou as bases de uma plataforma maior que se ocupará com essa tarefa por todo o espaço do Sul de Minas Gerais, procurando identificar e delimitar a relação existente entre as condições climáticas e o desempenho das lavouras de café durante um período de tempo de vinte anos, procurando identificar como as oscilações atmosféricas tem influenciado esse cultivo nos últimos anos. No caso específico do município de Muzambinho, verifica-se que as oscilações da temperatura e precipitação se dispuseram, na maior parte do período, dentro dos padrões exigidos pela cafeicultura para o pleno desenvolvimento e bom desempenho das lavouras não provocando interferências indesejáveis ou comprometendo a rentabilidade da atividade. Em face disto, novas análises serão desenvolvidas noutros momentos permitindo que o assunto seja discutido à exaustão.

Palavras-chave: Atividades Agropecuárias; Café; Atmosfera; Condições Climáticas; Oscilações Atmosféricas;

Abstract

Agricultural activities have a prominent weight in the Brazilian economy as a whole, accounting for the employment or livelihood of a significant portion of the population. Among the branches that stand out in the sector, coffee cultivation can be mentioned in the south of the state of Minas Gerais, accounting for about 25% of the national production. Thus, given the importance of coffee cultivation for the local economy and the bulk of Brazilian agricultural activities, and the demand that exists for research that supports and collaborates with the efficiency of this crop, the present TCC was developed analyzing the relation that can be identified between the performance of the coffee crop in a specific portion of the mining territory, namely the municipality of Muzambinho, with the behavior of temperature and precipitation in recent years. Studies related to the scientific area of climatology are among the most developed, and are related to the influence of atmospheric patterns on the performance of this crop. From this perspective, the present study laid the foundations of a larger platform that will deal with this task throughout the South of Minas Gerais, trying to identify and delimit the relationship between climatic conditions and the performance of coffee plantations during a time period of twenty years, trying to identify how the atmospheric oscillations have influenced this crop in recent years. In the specific case of the municipality of Muzambinho, it is verified that temperature and precipitation oscillations were available for most of the period, within the standards demanded by the coffee industry for the full development and good performance of the crops, not provoking undesirable interferences or compromising the profitability of the activity. In the face of this, new analyzes will be developed at other times allowing the subject to be discussed exhaustively.

Keywords: Agricultural Activities; Coffee; Atmosphere; Climate conditions; Atmospheric Oscillations;

Lista de ilustrações

Figura 01 – Localização do Município de Muzambinho na microrregião de São Sebastião do Paraíso, estado de Minas Gerais, Brasil	22
---	----

Lista de Gráficos

Gráfico 01 – Área cultivada X Produção total anual de café do Município de Muzambinho/ MG	27
Gráfico 02 –Precipitação anual X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/ MG	32
Gráfico 03 – Desvio das médias de Precipitação anual X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/ MG	33
Gráfico 04 – Temperaturas Médias Máxima e Mínima X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/ MG	36
Gráfico 05 – Desvio das médias das Temperaturas Máxima e Mínima X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/MG	37

Lista de tabelas

Tabela 01 – Classificação de Anos Padrões para precipitação e temperatura	25
Tabela 02 – Classificação do comportamento pluviométrico	30
Tabela 03 – Ocorrências das classes para precipitação no período de estudo	30
Tabela 04 – Valores e classes adotados para temperatura	33
Tabela 05 – Ocorrências das classes para temperatura máxima no período de estudo	34
Tabela 06 – Ocorrências das classes para temperatura mínima no período de estudo	35

Lista de siglas

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

FPA – Frente Polar Atlântica

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFSULDEMINAS – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas

MEA – Massa Equatorial Atlântica

MEAN – Massa Equatorial do Atlântico Norte

MEAS – Massa Equatorial do Atlântico Sul

MEC – Massa Equatorial Continental

MPA – Massa Polar Atlântica

MTA – Massa Tropical Atlântica

MTC – Massa Tropical Continental

NASA – Agencia Espacial Norte Americana

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Materiais	20
3.2 Área de estudo	21
3.3 Métodos	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Área Cultivada X Produção	26
4.2 Classificação da Precipitação	29
4.3 Precipitação X Produção	31
4.4 Classificação das Temperaturas	33
4.5 Temperatura X Produção	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

A ação climática de uma região é resultante da interação dinâmica entre atmosfera-oceano-continente. Devido essa dinâmica, uma série de fatores e elementos físicos vão determinar as condições climáticas de um lugar como, a radiação solar, a temperatura, a umidade, a pressão atmosférica, entre outros, resultantes da dinâmica atmosférica com a superfície.

Esses elementos são identificados por meio de dados históricos coletados por estações climatológicas de superfície, caracterizando o clima de um lugar. Dessa forma, estudar o comportamento atmosférico por meio dessas informações, se torna importante na compreensão da variabilidade climática que possa ter ocorrido ao longo do tempo, na tentativa de compreender seu ritmo.

Estudos na área da Climatologia estão se tornando cada vez mais importantes e desenvolvidos em diversas áreas científicas (geociências, ambientais, agrícolas, etc.), com a expectativa de otimizar a compreensão das variáveis climatológicas, amenizando prejuízos econômicos e ambientais à sociedade. Diante disso, estudos do comportamento atmosférico relacionados à produção agrícola buscam cada vez mais aprimorar o desenvolvimento das mais variadas culturas agrícolas no ganho de produtividade em suas colheitas.

No que tange à agricultura, estudos desta natureza, são de significativa importância, pois oferecem suporte para o desenvolvimento de técnicas que aprimoram a produção das lavouras. Devido às oscilações atmosféricas, sobretudo quando se expressam no comportamento da temperatura e/ou precipitação, as lavouras podem responder positivamente ou negativamente frente ao desempenho habitual que apresentam. Em algumas situações, extremos climáticos podem causar perdas significativas em diversos plantios e comprometer a viabilidade econômica de uma determinada região agrária.

Portanto, estudar o ritmo climático numa região que possui uma forte dependência das atividades agropecuárias e assume grande significância, na medida em que coopera com a busca de conhecimento referente à influência dos eventos climáticos extremos sobre a produção agrícola.

Entre essas atividades agrícolas, o café, assim como todas as outras cultivares agrícolas, possui uma estrutura morfológica, fisiológica e fenológica que depende de condições climáticas específicas para o seu desenvolvimento, demandando estudos que subsidiem o melhor desempenho da lavoura, e, por conseguinte, da rentabilidade que assegura a sobrevivência do agricultor e sua família.

A região Sudeste do Brasil, principalmente o Estado de Minas Gerais, destaca-se como o maior produtor nacional de café e responsável por cerca de 51,5% da produção nacional. Em razão disto, boa parte do desempenho nacional depende dos resultados alcançados por este estado, sobretudo por sua porção Sul que produz 50% da sua safra, algo próximo de 25% da produção nacional (SOUZA & SANTOS, 2013).

Em função disto, as mudanças climáticas assumem relevância para esta porção do território mineiro, em face da grande dependência econômica que a região possui frente ao café, ressentindo-se com as quebras de safra ocasionadas pelas intempéries indesejadas e inesperadas que assolam todo planeta - denunciando um desequilíbrio atmosférico provocado provavelmente pela ação antrópica.

Atentando para esta relação estreita que existe entre o clima e a atividade econômica, Monteiro (1976, p. 10) já defendia há algum tempo a necessidade da climatologia debruçar-se sobre duas linhas de abordagem que se complementam; “(..) a econômica, onde cumpre avaliar o papel insumidor do clima na organização do espaço, e a ambiental, onde os produtos da ação humana sobre a atmosfera são referenciados em termos de qualidade. ”

Tendo em conta a importância que o café possui para a porção Sul do estado de Minas Gerais e o momento que a atmosfera do planeta atravessa – mudanças climáticas, torna-se extremamente recomendável o desenvolvimento de pesquisas abrangentes que conciliem o estudo do clima em face das consequências que ocasiona para as atividades agropecuárias.

Neste aspecto, estudar o comportamento do clima nos últimos anos nesta porção do território mineiro favorece a compreensão de seus ciclos e a identificação de um processo de mudança nas condições habituais da atmosfera. Acrescido a isto, permite ainda uma correlação entre os índices climatológicos observados ao longo dessa série de anos e o desempenho da produção cafeeira.

Tendo em conta a importância que o café possui para a economia da região Sul do estado de Minas Gerais e a relação que a cultura tem com as variações climáticas, torna-se extremamente recomendável o desenvolvimento de pesquisas que abordem o estudo do clima em face das consequências que este ocasiona para essa atividade agropecuária repercutindo sobre a cadeia econômica que visita os diversos segmentos sociais da região, pois, o entendimento mais amplo de toda inter-relação que ocorre entre o clima e o café, subsidia os esforços dispendidos na busca de soluções para adaptar as diferentes culturas aos padrões atmosféricos que vão se estabelecendo, minimizando as perdas de safras e os prejuízos.

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo analisar a influência das oscilações climáticas no desempenho da lavoura cafeeira por meio de dados climáticos e de produção, no município de Muzambinho/MG.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é um país com dimensões continentais, o maior país do continente Sul-americano e seu território representa aproximadamente 48% da América do Sul. Além disso, conforme a disposição da superfície do país no globo, é cortado ao norte pela Linha do Equador e ao sul pelo Trópico de Capricórnio.

A geografia brasileira é muito diversificada e no que tange a climatologia, o Brasil possui vários tipos de clima e de fatores que condicionam essa diversidade climática. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), entre os principais fatores que determinam os tipos climáticos brasileiros destacam-se, a configuração geográfica, a maritimidade e continentalidade, as modestas altitudes, a extensão territorial, as formas do relevo e a dinâmica das massas de ar e frentes.

A maior parte do território brasileiro se encontra nas zonas climáticas equatorial e tropical, o que lhe confere uma predominância de climas quentes com fracas amplitudes térmicas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, IDEM). Contudo, existe uma pequena parcela do país localizada abaixo do Trópico de Capricórnio que se inclui na faixa subtropical. Segundo o IBGE (2010), esta região apresenta clima temperado, onde as temperaturas são mais amenas e as amplitudes térmicas são mais acentuadas, com as estações do ano mais bem definidas.

De acordo com Abreu (2000, p. 88), o clima no Brasil apresenta pelo menos quatro macro regimes distintos:

- o clima equatorial da Amazônia, caracterizado por precipitação superior a 1500 mm anuais e estação seca de pequena duração.
- o regime tropical das regiões Centro e Sudeste, caracterizado por um verão úmido e quente e por um inverno seco e ameno. Nesse regime, o principal fenômeno observado é a Zona de Convergência do Atlântico Sul. A ZCAS é formada e mantida na estação chuvosa, pela interação entre a convecção tropical, originada da região amazônica úmida, e a convergência associada a Frente Polar Atlântica.
- a semiaridez do Nordeste, amenizada por uma curta estação chuvosa no outono no norte do Nordeste, associada ao deslocamento para o hemisfério sul da Zona de Convergência Inter Tropical, e um inverno chuvoso no litoral leste do Nordeste.
- a estação chuvosa, homoganeamente distribuída, da região Sul do Brasil, associada a atuação da Frente Polar Atlântica.

A atuação das massas de ar no país, pode-se dizer que se dá de forma sazonal, de forma que no decorrer do ano se associam umas às outras formando áreas de instabilidade e convergência, ou se direcionando para outras regiões do país conforme o deslocamento dos ventos e a disponibilidade de energia solar que varia conforme as estações do ano.

Resumidamente, com base nas contribuições apresentadas por Varejão-Silva (2006) e Mendonça & Danni-Oliveira (2007) pode-se descrever o quadro atmosférico da América do Sul como recebendo influência das massas de ar polares, procedentes da Antártida, atingindo o território brasileiro através da MPA (Massa Polar Atlântica) que é responsável pela queda das temperaturas no inverno nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste e ocasionalmente quando consegue avançar um pouco mais longe, por algumas ondas de “friagem” no Norte e Nordeste.

Em contrapartida, no verão, o país é dominado pelas massas de ar tropicais e equatoriais, MEC (Massa Equatorial Continental), MEA (Massa Equatorial Atlântica), MTC (Massa Tropical Continental) e MTA (Massa Tropical Atlântica). Nessa época do ano as temperaturas se elevam na maioria das regiões, tendo em vista o enfraquecimento da MPA e o aumento da disponibilidade solar.

No que tange a disponibilidade das chuvas, a grosso modo, pode-se comentar principalmente os elevados índices pluviométricos da região Norte, sob a influência da MEC, ZCIT e MEAN (Massa Equatorial do Atlântico Norte). No Nordeste uma das causas dos valores médios de chuva serem tão baixos se dá que as massas MEC, MTA, MPA e MEAS (Massa Equatorial do Atlântico Sul) chegam na região com umidade insuficiente para ocasionar chuvas abundantes. No Sul do país, o volume de chuvas está ligado a atuação da FPA (Frente Polar Atlântica) e a ciclones extratropicais e vórtices ciclônicos em altos níveis.

Ao mesmo modo na região sudeste e centro-oeste as chuvas de verão estão preferencialmente ligadas a atuação da FPA e MEC, bem como da MTC. Contudo a ZCAS tem uma grande influência para o máximo de precipitação que ocorre nessas regiões. Nesse sentido, as regiões sudeste e Centro-oeste estão localizadas exatamente sob a área de influência da ZCAS durante o verão.

Assim como o Brasil, o estado de Minas Gerais possui mais de um subtipo climático atuante, tendo em vista a diversidade dos fatores que influenciam no clima, principalmente a altitude, o relevo e a dinâmica das massas de ar. O estado apresenta uma geografia peculiar, possuindo diferentes complexos topográficos e não faz fronteira com o oceano, tais características influenciam diretamente o clima regional (REBOITA et al. 2015).

Segundo a classificação do IBGE (2010), o estado possui clima tropical. Contudo, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o Clima Tropical de savana, com inverno seco é predominante em MG, mas no sul do estado e nas serras do Espinhaço e Mantiqueira também se registram os climas Clima subtropical com inverno seco e verão quente ou Clima subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno (REBOITA et al., Op. Cit.). Já o norte do estado possui um clima mais árido, mais próximo a realidade nordestina.

No inverno mineiro atuam frentes frias polares que ocasionam áreas de instabilidade e geralmente vem seguidas de uma massa de ar frio. No verão, o desenvolvimento de instabilidades atmosféricas a partir do aquecimento da superfície terrestre e a ZCAS ocasiona grande volume de chuva (PEREIRA, et al. 2018).

De modo geral, o clima mineiro apresenta uma estação úmida que abrange os meses de outubro a março e uma estação seca no inverno, que abrange os meses de abril a setembro, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso e o mês de julho o mais seco de todo o estado (PEREIRA, et al. IDEM). Porém, a quantidade de precipitação pode variar de acordo com a localização geográfica e a topografia. No Norte de Minas há ocorrências de municípios com 650 mm de precipitação anual em contrapartida no sul do estado os valores já chegaram a atingir 2.100 mm anuais (GUIMARÃES; REIS; LANDAU, 2010).

Diante da exposição deste quadro climático que é identificado a partir da habitualidade que possui, cumpre destacar que desde a década de 1970, a decadência da produção de café nos estados de São Paulo e do Paraná, fez do estado de Minas Gerais o principal produtor brasileiro de café, respondendo por mais de 50% de toda a produção nacional (ANDRADE, 1994). Dentre as regiões mineiras, destaca-se a porção Sul que responde por 50% da produção estadual, equivalente a 25% da produção nacional.

Destacando que especificamente nesta porção do território mineiro, o café responde por 70% da renda agrícola regional, criando uma dependência econômica que se faz sentir por toda a cadeia produtiva e conseqüentemente por toda a economia, pois, nos últimos anos, o segmento cafeeiro foi responsável pela geração de sete milhões de empregos diretos e indiretos no país, e por uma riqueza anual de R\$ 10 bilhões, ocupando uma área plantada de 2,7 milhões de hectares, com aproximadamente seis bilhões de pés (IBGE, 2010; FREDERICO, 2010).

Em face desta grandeza econômica; salvaguardar essa cadeia produtiva dos imprevistos climáticos indesejáveis assume destacada importância, permitindo que os empregos gerados no setor sejam preservados em favor dos trabalhadores e do desempenho econômico do país.

Nessa perspectiva, o estudo do clima é uma vertente das ciências ambientais de grande importância para a sociedade e economia, levando os seres humanos a procurarem compreender a dinâmica climática para desenvolver seu estilo de vida. A climatologia é a ciência responsável pelo estudo do clima e por trabalhar a compreensão do homem sobre a dinâmica atmosférica global. Ou seja, tem o papel de estudar e compreender o comportamento do clima ao longo da história do planeta (SOUZA; SANTOS, 2013).

Uma das infinitas relações que a humanidade tem com o clima atualmente é o planejamento socioeconômico, que em algumas regiões deve ser desenvolvido no sentido de que algumas atividades econômicas recebem influência direta do clima. Por exemplo, a agricultura, que é uma atividade exercida pelo homem desde seus primórdios, desenvolveu-se tanto que hoje é responsável por grande parte da economia de diversos países. Mesmo assim está condicionada ao comportamento atmosférico que pode ou não, contribuir para o seu desempenho.

Em relação ao desenvolvimento da agricultura no Brasil, Meireles et.al (2007) comenta que a agricultura é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira e é aquele que mais depende das condições ambientais. O ambiente, basicamente solo e clima, controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Dessa forma não se pode pensar em agricultura sem ter ciência do clima regional. Isto porque:

Cada planta tem sua adaptação própria às condições climáticas predominantes em seu habitat. Condições térmicas ou hídricas, quando modificadas de forma excessiva, causam a morte dessas plantas, de modo geral devido aos extremos incidentes. É o caso das geadas ou das ondas de calor (PINTO, 2009, p.38).

Nesse sentido, 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 (MEIRELES, et al, 2007). Esses limites estão estabelecidos de acordo com o clima local. Para tanto, a variabilidade desses limites é que estabelece se uma determinada região apresenta possibilidade de ser cultivada por um tipo de cultura agrícola.

Tendo em vista a produtividade agrícola relacionada ao comportamento do clima, demanda-se dos diversos pesquisadores, estudos que associam a relação entre o clima e o desempenho da cultura cafeeira. Diversos fatores influenciam a produtividade de uma cultura, e os elementos climáticos de maior relevância à produção do café são, principalmente, a temperatura do ar e a precipitação pluvial, (CONAB, 2016). O desenvolvimento do cafeeiro e

a prática da cafeicultura são dependentes do clima. Sobre essa relação entre o cafeeiro e o clima, Ruiz-Cárdenas (2015, p. 2) comenta que:

No caso do cafeeiro, a variabilidade climática, por exemplo, variações na temperatura do ar ou na distribuição/intensidade das chuvas, influencia fortemente tanto a produtividade quanto a qualidade da bebida em um determinado ciclo produtivo, devido à interferência direta do clima nos diferentes estágios do ciclo de vida da planta. O conhecimento dos efeitos do clima no desenvolvimento do cafeeiro, durante suas diferentes fases fenológicas, tem grande aplicação no manejo da cultura, ao permitir o reconhecimento em campo das melhores épocas para a implementação de práticas agrícolas.

A vista disso, é de suma importância que se estude a influência do clima no desempenho da cultura do café, uma vez que, conforme já citado, é uma cultura que possui condições básicas para seu desenvolvimento. Conforme explica Assad et al (2004), no caso do cafeeiro da espécie *Coffea arabica*, temperaturas médias anuais ótimas situam-se entre 18°C e 22°C. Fora desse padrão o desempenho da lavoura pode ser comprometido.

Sobre a resistência do cafeeiro, afirma-se que é uma cultivar que apresenta grande sensibilidade às condições climáticas (APARECIDO; ROLIM; SOUZA, 2015). Fato este que se comprova pelas definições de Bieto & Talon (1996), ao afirmarem que nas plantas, o aumento da temperatura é diretamente proporcional à atividade fotossintética, as reações catalisadas enzimaticamente podem ser aceleradas, resultando na perda da atividade das enzimas, fator este associado à tolerância das plantas ao calor.

A grosso modo, as variações climáticas exercem grande impacto nas atividades agrícolas (SÁ JUNIOR et al., 2012), sendo essas, as principais responsáveis pelas instabilidades e oscilações da produtividade de grãos de café (CAMARGO). Vale ressaltar que, as condições meteorológicas afetam fortemente os estágios fenológicos do cafeeiro arábica (PICINI et al., 1999), que representam os ciclos que a planta desenvolve durante o ano, como a floração, a granação e a maturação dos grãos. Desse modo é notória a influência das oscilações atmosféricas no desempenho da cultura do cafeeiro.

Outra consideração que deve ser analisada é a suscetibilidade do cafeeiro aos riscos de eventos climáticos extremos, como as geadas, períodos longos de seca, tempestades de granizo, entre outros. Sobre as geadas, Camargo (1975) apud Caramori et al (2001, p.488) analisou os dados de ocorrência de geadas durante o período de um século e elaborou uma classificação de acordo com os danos nas lavouras:

Geadas moderadas (uma a cada três anos); geadas severas (uma a cada cinco a seis anos) e geadas severíssimas (três em cem anos). As geadas moderadas podem causar grandes prejuízos se não forem observadas as condições microclimáticas, como por exemplo, evitar os plantios nas áreas mais baixas, para onde o ar frio escorre durante as noites. As geadas severas provocam perdas na produção do ano seguinte que podem ser significativas, caso a lavoura não esteja plantada em condições de topoclima e de microclima adequadas. As geadas severíssimas são eventos extremos, que felizmente ocorrem com frequência muito baixa.

Essa classificação em três categorias serve de suporte para caracterizar a influência que esse tipo de evento apresenta em relação ao desempenho da cultura do café. Para efeitos de zoneamento, Assad et al (2004) estabeleceu em seu estudo que a temperatura mínima tolerável sem causar danos às folhas é de 0°C a 1°C, para os casos de geadas afetarem os cafeeiros.

Além das geadas, os períodos longos de estiagem, influem na dinâmica do cafeeiro, haja vista que diminui a reserva de água no solo. A respeito disso, Ruiz-Cárdenas (2015) afirma que nas primeiras cinco semanas uma deficiência hídrica severa pode resultar em secamento de frutos. E períodos de seca e calor excessivo oferecem um cenário desfavorável para o desenvolvimento de algumas doenças do cafeeiro. Logo, deve-se atentar ao que dizem Souza & Santos (2013): toda e qualquer alteração nos parâmetros ambientais físicos acaba por interferir no desempenho da lavoura, pois as plantas apresentam resposta direta a cada mudança.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Mediante ao embasamento teórico pesquisado, o presente trabalho propõe-se a analisar dados climáticos dos últimos vinte anos (1999 a 2018) e compreender, diante das oscilações atmosféricas, como estas influenciaram no desempenho da cultura cafeeira. Para entender essa influência, foi utilizado a metodologia de anos padrões para identificar os momentos em que as oscilações das temperaturas e precipitação, favoreceram ou prejudicaram a produção anual cafeeira em Muzambinho/MG.

3.1 Materiais

Dados: Dentre outros, serão utilizados os dados de produtividade de safra da região cafeeira de Muzambinho nos últimos anos com suas informações periféricas ao objeto de estudo, mas, importantes para o delineamento da questão – área plantada, idade das plantações, tipo de café

e pessoal ocupado. Também serão utilizados os dados climatológicos armazenados dos últimos anos para essa mesma região, sobretudo temperatura e precipitação;

Cartas Temáticas: O georreferenciamento da área de estudo e o inventário de suas características será obtido através de trabalho de campo e consulta aos mapas temáticos da região como pedologia, geologia, declividade, uso e ocupação do solo, cobertura vegetal e hidrografia;

Hardware e Software: As tabulações e cálculos relevantes ao estudo recobrarão o auxílio de um hardware que comporte os softwares recentes que permitem uma rápida resolução de problemas fornecendo gráficos e resultados a partir das informações inseridas, assim como facilitam a geração de mapas e a construção de cenários no ambiente digital;

Publicações: A obtenção dos conceitos, informações e dados úteis ao trabalho recobrará o manuseio de diversos livros, teses, revistas e informações digitais (*sites*), através de uma revisão bibliográfica que será desenvolvida ao longo de todo o estudo por meio de consulta pontual ou parcial em algumas obras; e

Equipamentos Climatológicos: Buscando verificar a procedência de algumas informações climatológicas e verificar a exatidão das fontes, será feita uma coleta de dados atmosféricos na região estudada, utilizando os equipamentos disponíveis no Laboratório de Climatologia da UNIFAL-MG campus de Alfenas – termômetro, barômetro, psicômetro, anemômetro, luxímetro e pluviômetro.

3.2 Área de Estudo

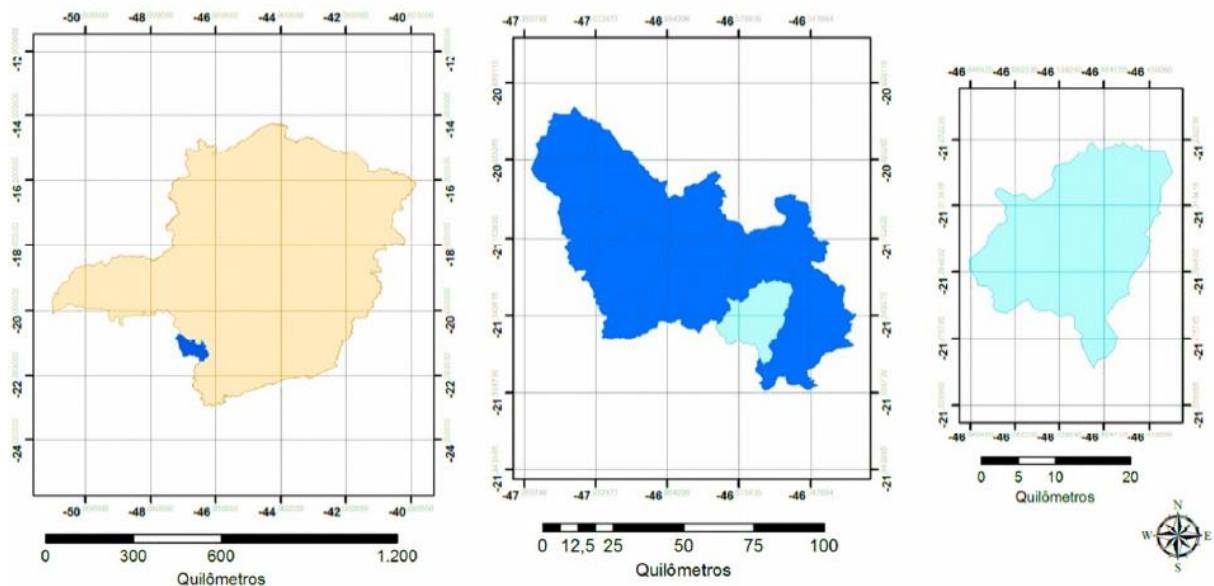
A área de estudo deste trabalho constitui o município que está localizado no planalto de Poços de Caldas, região sul de Minas Gerais (APARECIDO, et al. 2014) e na microrregião de São Sebastião do Paraíso, ocupando uma área territorial de 409,94 quilômetros quadrados. Faz limite com os municípios de Juruáia, Monte Belo, Cabo Verde e Guaxupé em Minas Gerais, Caconde e Tapiratiba no estado de São Paulo (Figura 1). Sua distância da capital do estado é de 447 km (IBGE – CIDADES, 2010).

O clima do município, assim como o da região, é temperado úmido com inverno seco e verão moderadamente quente (Cwb) segundo a classificação de Köppen (SÁ JÚNIOR et al., 2012) apresentando uma temperatura média anual de 18°C e precipitação média anual de 1605 milímetros (APARECIDO, et al. 2014). A altitude média de Muzambinho é de 887 metros, porém as áreas mais elevadas na zona rural do município contam com cotas próximas aos 1.200

metros. O relevo apresenta a característica marcante da região do sul de Minas com a ocorrência de vários morros e morrotes, conhecida popularmente como “mares de morros” e a vegetação original é de florestas semidecíduais, apresentando atualmente uma transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado.

A respeito das atividades agropecuárias do município, é possível dizer que grande parte da população rural pratica um modelo de agricultura familiar de subsistência, sendo mais comuns práticas como a pecuária leiteira e a silvicultura. Porém o grande destaque está na cafeicultura, com 5.850 hectares de área agrícola destinada a produção, de acordo com o índice de produção agrícola municipal do IBGE 2015. Isso mostra o quanto a cultura se desenvolveu no território do município e ainda pode apontar como a economia do município é dependente da produção de café.

Figura 01: Localização do Município de Muzambinho na microrregião de São Sebastião do Paraíso, estado de Minas Gerais, Brasil.



Fonte: APARECIDO et al. (2014, p. 99).

Acerca da área de estudo é importante ressaltar a presença do campus do IFSULDEMINAS no município, pois se trata de uma instituição de ensino federal de nível técnico e superior que possui grande importância para o município no que diz respeito a geração de postos de trabalho diretos e indiretos, no desenvolvimento econômico e sobretudo no desenvolvimento científico regional. A instituição, que foi fundada há mais de 60 anos, sempre contou com cursos na área agrícola, cooperando com o desenvolvimento e otimização do setor agropecuário.

São vários cursos de nível técnico e superior que desenvolvem diversas pesquisas no campo agrário. Como o campus conta com uma enorme área de fazendas experimentais, muitos setores agropecuários e diversos laboratórios com aparelhagem e equipamentos para as mais diversas funções, há um grande desenvolvimento científico promovido pela instituição. Sendo este campus reconhecido como um dos mais prósperos no desenvolvimento científico da rede IFSULDEMINAS.

No presente estudo o referido Instituto esteve presente auxiliando na obtenção dos dados e no desenvolvimento das análises.

3.3 Métodos

Seguindo as proposições deste trabalho, procurou-se empregar os conhecimentos científicos para o melhor entendimento de como a dinâmica climática pode ter influenciado no desempenho e produção das lavouras de café da presente área de estudo, além de servir como base para outros estudos neste seguimento.

Em primeiro lugar foi levantado o referencial teórico nas áreas da climatologia e cafeicultura, dando enfoque para as publicações relacionadas a temática, a fim de dar suporte para as discussões que aqui foram tratadas.

Em seguida foram utilizados dados anuais da área plantada (hectares) e da produção (toneladas) entre o período de 1999 a 2018 (referente aos últimos dados de safra contabilizados), no município de Muzambinho/MG.

Desse modo, utilizou-se como parâmetro a produção média do período em relação a produção anual em unidades de toneladas por hectare, observando a evolução da produtividade ao longo dos 20 anos. Esses dados relacionados a produção cafeeira foram obtidos através da empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e devidamente organizados conforme a necessidade da pesquisa.

Também foram utilizados dados diários (temperatura máxima, temperatura mínima, e precipitação) da estação meteorológica de superfície pertencente ao IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, que conta com uma série histórica com dados dos anos de 2013 a 2018. Esta estação de onde foram extraídos os dados de superfície está localizada a uma latitude de 21° 20' 47'' S, longitude 46° 32' 04'' W, a 1033 metros de altitude, situada dentro do próprio campus da instituição.

Tendo em vista ao hiato encontrado entre os anos 1999 a 2012 na série histórica da estação e a dificuldade de se encontrar dados de outras estações de superfície para a área de estudo, houve-se a necessidade de recorrer a outros mecanismos para complementar essas falhas.

Dessa forma, para a sequência dos anos de 1999 a 2012, foram utilizados dados de reanálise oriundos da plataforma NASA POWER (2019). Esta plataforma nada mais é do que um banco de dados online de dados climáticos derivados de satélites e modelos (STACKHOUSE, 2006 apud BAI, et al, 2010).

Esse banco de dados fornece variáveis meteorológicas diárias completas, incluindo radiação solar total, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, precipitação, ponto de orvalho e umidade relativa, necessários para preencher os períodos de ausência de dados históricos (BAI, et al, IDEM). Todas as variáveis estão disponíveis desde 1983 até o presente, com exceção da precipitação, que é relatada desde 1997 (MONTEIRO et al, 2017). A utilização dessa alternativa como forma de suprir a demanda de dados que não são gerados pelos mecanismos tradicionais, possibilita que a ciência possa produzir estudos em regiões onde não existem dados de superfícies ou insuficientes para estudos climáticos.

Lobell et al (2009) citado por Monteiro et al (2017, p.1580), enfatizou a importância de bancos de dados de alta qualidade para a realização de estudos de modelagem de culturas, intensificação agrícola e aspectos relacionados à mitigação da variabilidade da produção agrícola. Alguns estudos sobre a confiabilidade na utilização desses dados chegaram a conclusões positivas, um desses estudos diz:

O banco de dados NASA / POWER é uma ferramenta promissora que pode ser útil para investigar os impactos da variabilidade climática no rendimento das culturas ao longo dos anos com razoável confiança, uma vez que seu banco de dados completo de longo prazo está disponível gratuitamente (MONTEIRO et al, 2017).

Depois de conseguir todos os elementos necessários para o recorte temporal estabelecido pelo trabalho, foi feito o tratamento estatístico dos dados de produção e climáticos, organizando-os em tabelas e gráficos.

Para os dados climáticos, foram estabelecidos parâmetros nas análises temporais sazonais, mensais e anuais, da temperatura (máxima e mínima) e precipitação, no seu comportamento ao longo do recorte de 1999 a 2018.

A fim de compreender o comportamento das temperaturas e chuvas em relação a produção anual do café, utilizou-se o método de classificação de “anos padrões” (SANT’ANNA NETO, 1995).

Essa metodologia já foi utilizada em trabalhos (BARBOSA, J. P. M., 2007; BRAIDO; TOMMASELLI, 2010; MOURA; ZANELLA, 2012; SILVA; SILVA, 2012; SOARES; ZANELLA, 2014; MELLO; ZAVATTINI 2016; SANTOS et al 2017), a fim de evidenciar como a oscilação climática repercutiu sobretudo nas questões socioeconômicas do espaço geográfico de uma região.

Para a classificação de anos padrões, adotou-se o período anual (janeiro a dezembro) para análise pluviométrica e da temperatura (máxima e mínima). Dessa maneira, buscou-se identificar os anos que se mostraram fora dos padrões, ou seja, os diferentes valores que apresentaram desvios próximos da habitualidade, ao lado daqueles afetados por irregularidades devido as manifestações atmosféricas atípicas.

Dessa forma, os padrões habituais e excepcionais, obtidos pelos índices temperatura e precipitação mais distantes em relação às médias, estabelece categorias qualitativas distribuídas entre intervalo de cada classe, apresentado na Tabela 1.

Tabela 01: Classificação de Anos Padrões para precipitação e temperatura.

Classificação Pluviométrica	Desvios (+) ou (-) em %
Chuvoso	> ou = a (+)30%
Tendente Chuvoso	(+)15% a (+)30%
Normal Tendente Chuvoso	(+)5% a (+)15%
Normal	(+)5% a (-)5%
Normal Tendente Seco	(-)5% a (-)15%
Tendente Seco	(-)15% a (-)30%
Seco	< ou = a (-)30%
Classificação Térmica	Desvio (+) ou (-) em °C
Quente	> (+1,0°C)
Tendente a Quente	(+0,5°C) a (+1,0°C)
Normal	(+0,5°C) a (-0,5°C)
Tendente a Frio	(-0,5°C) a (-1,0°C)
Frio	< (-1,0°C)

Fonte: Adaptado de Sant’anna Neto (1995).

Após a classificação dos anos, procurou-se visualizar na série histórica (1999 a 2018) diante da oscilação climática, a frequência que cada uma das cinco classes mencionadas

predominou e se a manifestação dos extremos pode ter ocasionado variações na produtividade do café, no município de Muzambinho.

Segundo entende Girão et al (2008, p. 241) “a análise rítmica do clima e, especificamente, a caracterização do comportamento pluvial de uma área é de grande relevância para uma avaliação de sua susceptibilidade a riscos naturais”.

Concordando com a relevância do parâmetro, Santos (2005, p. 65) entende que a compreensão do papel que o ritmo climático possui no planejamento e produção das safras, passa pela compreensão de duas etapas da produção agrícola; a primeira refere-se ao atendimento das demandas hídricas das plantas, sendo a segunda o “(...) sucesso na realização das operações agrícolas (plantio, tratos culturais, colheita, etc.), os quais em conjunto refletem-se na produtividade realmente alcançada no final da safra”.

Desta forma, o delineamento do comportamento climático ao longo do ano e durante os anos possibilita uma análise do desempenho da safra cafeeira no Sul de Minas Gerais a partir da correlação estabelecida entre o volume da safra e os índices observados a cada ano (valores absolutos e distribuídos ao longo do ano).

O estudo da atmosfera da região adotou os parâmetros metodológicos estabelecidos pela Análise Rítmica proposta por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, buscando evidenciar as tendências de comportamento atmosférico e o ritmo climático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Área Cultivada X Produção

A partir dos materiais, do levantamento e processamento dos dados obtidos e da metodologia deste trabalho serão apresentados os resultados e discussões realizadas a partir do tema proposto bem como as análises que puderam ser feitas durante este procedimento.

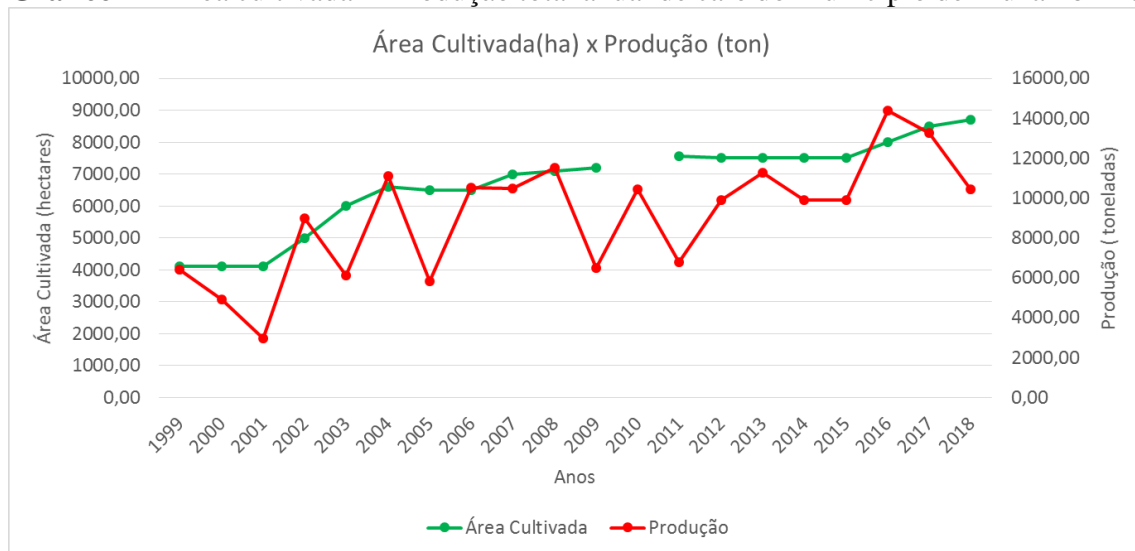
No primeiro momento, tendo em vista a área destinada a produção de café, em hectares (ha), pode-se determinar que no período histórico analisado a área produtora de café do município cresceu paulatinamente, com uma ligeira diminuição de 100 ha entre os anos de 2004 e 2005 e outra de 50 ha entre 2011 e 2012. Nesse sentido a área partiu dos 4.100 ha em 1999 para chegar a 8.700 ha em 2018. Vale ressaltar que há um hiato nos dados de área produtora no

ano de 2010 e que não foi possível ser preenchido haja vista que durante a realização deste trabalho não foram encontradas fontes que suprissem esta ausência.

Partindo para a relação entre a área cultivada e a produção, observou-se que a variação da área cultivada influenciou na quantidade de café produzida. A priori, supõe-se que aumentando a área, aumenta-se a produção, porém, pode-se averiguar que diferentemente da área, o volume de produção em toneladas oscila bastante de ano a ano, conforme o gráfico 1.

Nos três primeiros anos do período, apesar de a área em produção se manter a mesma, há uma queda de mais de 50% na produção. Já no ano de 2002, há um aumento de 900 ha de área produtora, de igual modo a produção tem um aumento de quase três vezes em relação ao ano anterior. Entre os anos de 2002 e 2012 percebe-se uma oscilação significativa em quase todos os anos, sobre isso pode-se atribuir a uma característica da fenologia dos cafeeiros chamada bienalidade, que será abordada mais adiante.

Gráfico 1 – Área cultivada X Produção total anual de café do Município de Muzambinho/ MG.



Fonte: adaptado de EMATER (2019) & IBGE (2019).

Observa-se que os picos de produção elevada dos anos de 2004, 2006 e 2008 acompanham o progresso da área em produção que também tem um grande aumento entre 2001 e 2009. Contudo, nos anos seguintes a área apresenta uma suave estagnação até o ano 2015 e indica uma oscilação atípica na produção em contraposto ao restante do período. Logo, os anos de máxima produção encontram-se um pouco abaixo da perspectiva, se comparado a expansão apresentada pela área cultivada.

Em seguida, o ano de 2016 apresenta aumento de 6,7% da área em relação a 2015, enquanto a produção total aumentou 45,5%. Com isso em 2016 nota-se que a produção aponta

um panorama de progressão muito superior ao apontado pela expansão da área cultivada. Os fenômenos que podem motivar esse comportamento serão melhor explorados nas discussões mais adiante.

Para os anos finais do período estudado, ao passo que a área continua aumentando gradualmente, a produção cai de maneira significativa, porém, mesmo em queda, o ano de 2017 ainda se mantém dentro da perspectiva da relação “área cultivada x produção”, pois sua produtividade continua alta em relação a todo o período. Em contrapartida, no ano de 2018 a queda se mantém, fugindo consideravelmente do cenário esperado, no entanto, o índice de produtividade do biênio 2017-2018 é idêntico ao biênio 1999-2000 que são os extremos do recorte temporal deste trabalho.

Analisando o comportamento do volume da produção, correlacionado à área destinada a produção, em todo o recorte espaço-temporal abordado, é possível elencar alguns pontos anômalos neste comportamento. Por exemplo, nos anos de 2003, 2005, 2009 e 2011, os picos no déficit da produção foram muito próximos ou inferiores ao valor da produção do ano de 1999, entretanto a área em produção destes respectivos anos é entre dois a três mil hectares superior a área em 1999, isso indica uma queda na produtividade em relação a área produtora.

Os anos de 2001 e 2018 também apresentam déficits semelhantes aos casos citados anteriormente, diferindo somente os valores de área e a época, e com índices de produtividade também em baixa. Todavia, há um fator que pode explicar essas oscilações de um ano para o outro, que é a bienalidade dos cafezais. Trata-se de uma característica fisiológica do café que diferencia o comportamento da planta de acordo com o ciclo fenológico que ela esteja passando. Ou seja, o ciclo fenológico do café da espécie *Coffea arabica L.* apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas, que ocorre em, aproximadamente, dois anos, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

Ainda segundo Camargo e Camargo (IDEM), os cafezais possuem seis ciclos que se desenvolvem num espaço de 24 meses. O primeiro ano é o período vegetativo e compreende dois ciclos: vegetação e formação das gemas vegetativas que acontece geralmente de setembro a fevereiro; e a indução e maturação das gemas florais, de março a agosto. No segundo ano acontece o período reprodutivo e compreende quatro ciclos que geralmente estão dispostos da seguinte forma: florada, desenvolvimento e expansão dos frutos, de setembro a novembro; granação dos frutos, de novembro a fevereiro; maturação dos frutos, de março a maio; e,

repouso, senescência dos ramos, de junho a agosto; e assim um ciclo de um ano se sobrepõe ao outro gerando anos em que há maior ou menor produtividade por planta.

Como o presente estudo abordou a área de produção de café de um único município, é indispensável considerar que o efeito de bienalidade do cafezal coincida em grande parte das lavouras. Quando esta circunstância acontece na prática, o valor da produção anual municipal varia muito de um ano para o outro. A partir desta perspectiva, algumas variações na produtividade anual do município estudado podem estar relacionadas a este fator. Quando não estiverem é preciso analisar se a variabilidade climática é o fator responsável, ou também se as oscilações atmosféricas podem potencializar os efeitos da bienalidade, como será feito mais adiante.

Finalizando essa parte da discussão, e abordando a questão da bienalidade, pode-se notar que o comportamento da produção nos anos de 2002 a 2012 demonstra um aspecto muito próximo às características bienais de desempenho da produção, porém, esse desempenho em alguns anos difere do habitual. Percebe-se que o biênio 1999-2000, o ano de 2007, e o período entre 2013 a 2018 apresentaram valores inesperados do ponto de vista do ciclo bienal e do comportamento geral de todo o período de estudo. Mediante estas considerações, serão abordadas outras perspectivas nos próximos tópicos que procurarão interpretar melhor o comportamento da produção anual cafeeira utilizando de novas variáveis para estudo.

Obviamente essa sazonalidade produtiva repercute nos dividendos obtidos pelos cafeicultores e na rentabilidade da atividade, exigindo, por conseguinte, todo auxílio possível para a minimização das perdas. Nesse aspecto, a avaliação da ação do comportamento das variáveis atmosféricas como precipitação e temperatura assume relevância na medida em que coopera com a identificação da repercussão que essas forças influenciadoras possuem sobre o desempenho da lavoura, auxiliando na administração e gestão da produção. Atentando para isto, a seguir seguirá a análise dos padrões climáticos expressos nessas variáveis citadas.

4.2 Classificação da Precipitação

Para essa classificação foi utilizada a metodologia de anos-padrões (Tabela 2) que destaca as classes, e em quantas ocorrências elas se manifestaram. Dessa forma é possível revelar o comportamento da precipitação ao longo do período, categorizando os anos que apresentaram valores desde os mais extremos aos normais. A precipitação média do período

resultou em 1380,76 mm, a partir deste número se estabeleceram os valores (positivos e negativos) dos desvios para cada classe (Tabela 3).

Esta etapa ocupou-se com o tratamento estatístico dos dados de precipitação, utilizando-se os respectivos parâmetros - média, desvio-padrão e coeficiente de variação conforme a metodologia da classificação de “anos padrões” proposta por Monteiro (1976), ou seja, “os diferentes graus de proximidade do ritmo “habitual” ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação” (MONTEIRO, 1991, p.38), classificando-os como habitual (Normal) ou atípico (Seco ou Chuvoso),

De acordo com a tabela, percebe-se que há uma variação no número de ocorrências em cada classe, apresentando-se quase simetricamente em sentido a classe central. A maior parte dos anos do intervalo estudado (35%) comportam-se num padrão “normal”. Outros 15% “normais tendentes a chuvosos” e 15% “normais tendentes a seco”. Num somatório, 65% das ocorrências estão próximas da normalidade, o que representa um aspecto positivo no que diz respeito a distribuição das chuvas.

Tabela 02 – Classificação do comportamento pluviométrico

Metodologia “Anos Padrões”		
Classificação	Siglas	Desvios (+) ou (-) em %
Chuvoso	(C)	desvios positivos superiores a 30%
Tendente Chuvoso	(TC)	desvios positivos oscilando entre 30% a 15%
Normal Tendente Chuvoso	(NTC)	desvios positivos oscilando entre 15% a 5%
Normal	(N)	desvios variando entre +5% e -5%
Normal Tendente Seco	(NTS)	desvios negativos oscilando entre 15% a 5%
Tendente Seco	(TS)	desvios negativos oscilando entre 30% a 15%
Seco	(S)	desvios negativos superiores a 30%

Fonte: Adaptado de Monteiro (1976).

Tabela 03 – Ocorrências das classes para precipitação no período de estudo.

Classificação de anos-padrões para precipitação			
Desvio em (mm)	Classes	Nº de Ocorrências	Porcentagens
> 414,23	Chuvoso	0x	0%
414,23 a 207,11	Tendente Chuvoso	4x	20%
207,11 a 69,04	Normal Tendente Chuvoso	3x	15%
(+69,04) a (-69,04)	Normal	7x	35%
(-207,11) a (-69,04)	Normal Tendente Seco	3x	15%
(-414,23) a (-207,11)	Tendente Seco	3x	15%
< (-414,23)	Seco	0x	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como não houveram ocorrências de anos “chuvosos” e nem “secos”, as classificações extremas foram as seguintes. A classe “tendente a chuvoso” liderou os anos extremos com 20% dos casos. Nesta classe se enquadraram os anos de 2004, 2009, 2015 e 2016, que apresentaram índices de pluviosidade acima dos 1600 mm anuais. Por outro lado, os anos “tendentes a seco” representaram 15% das ocorrências, que foram atribuídas aos anos de 2007, 2010 e 2014, com precipitações abaixo dos 1200 mm anuais.

4.3 Precipitação X Produção

O café é uma planta que possui características morfológicas, fisiológicas e fenológicas muito peculiares. Nesse sentido seu desenvolvimento está condicionado a uma série de fatores que não estando harmônicos podem interferir em seu ciclo vegetativo. As variáveis climáticas de um modo geral, são as principais condicionantes no desempenho da cultura cafeeira, entretanto a precipitação é um dos principais fatores que influenciam nesse desempenho.

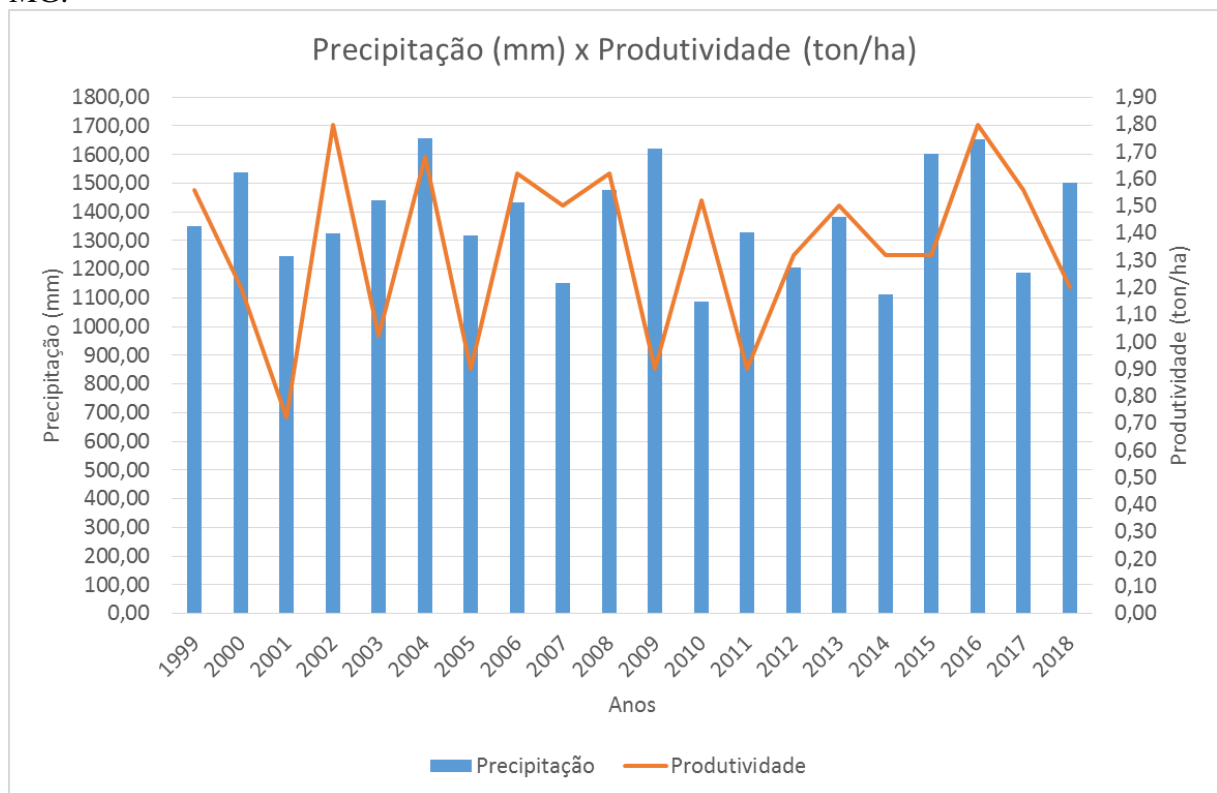
Alguns autores descrevem cenários de precipitação anual adequada para o bom desempenho das lavouras cafeeiras. Thomaziello et al. (2000) comenta que o índice pluviométrico favorável ao cultivo do café arábica está entre 1200 a 1800 mm de chuva. Para Alves (2007) esse intervalo é bem mais restrito, no qual a precipitação de 1400 a 1500 mm anuais apresenta as melhores condições para o cultivo. Já Camargo e Pereira (1994) comentam com base na região onde se originou a cultura, afirmando que a precipitação anual propícia varia entre 1500 e 1800 mm. A partir do gráfico 2, serão expostos alguns comentários partindo da correlação entre os valores dos desvios das médias da precipitação e a produtividade anual de café no período de 1999 a 2018. A precipitação média calculada para o período foi de 1380,76 mm.

É possível perceber que o desempenho da produtividade apresenta oscilação, alternando entre anos positivos e negativos de forma quase contínua, com alguns pontos anômalos. Pode-se atribuir a este comportamento o fator bienal de produção das lavouras. Contudo, no ano de 2001 a diminuição da pluviosidade pode ter potencializado negativamente o efeito da bienalidade, que acarretou na maior quebra da produção de todo o período, ou seja, mesmo que o ciclo produtivo deste tipo de planta constitua fator preponderante no desempenho da lavoura, sua associação à diminuição do índice de precipitação acentua a queda na produtividade onerando o cafeicultor e a rentabilidade da atividade econômica, em razão disso, aprofundar a

análise e construir projeções auxilia na viabilidade do setor minimizando as perdas a partir do preparo dos cafeicultores para as intervenções necessárias, irrigação se for o caso.

Entre os anos de 2011 e 2015 houve um comportamento da produtividade bastante irregular se comparado ao restante do intervalo analisado. Pode-se associar a esse fenômeno a irregularidade da precipitação no período 2010-2014 que apresentou alguns anos de pluviosidade abaixo da média geral. Acerca desse recorte temporal nota-se que no ano de 2013 houve uma modesta reação positiva na produtividade que se deve a estabilidade média das chuvas naquele ano. Muito provavelmente o aumento da produtividade manifestado no ano de 2016 se deu em resposta ao restabelecimento promissor da precipitação no biênio 2015-2016 após cinco anos de diminuição na disponibilidade hídrica.

Gráfico 2 – Precipitação anual x Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/MG.



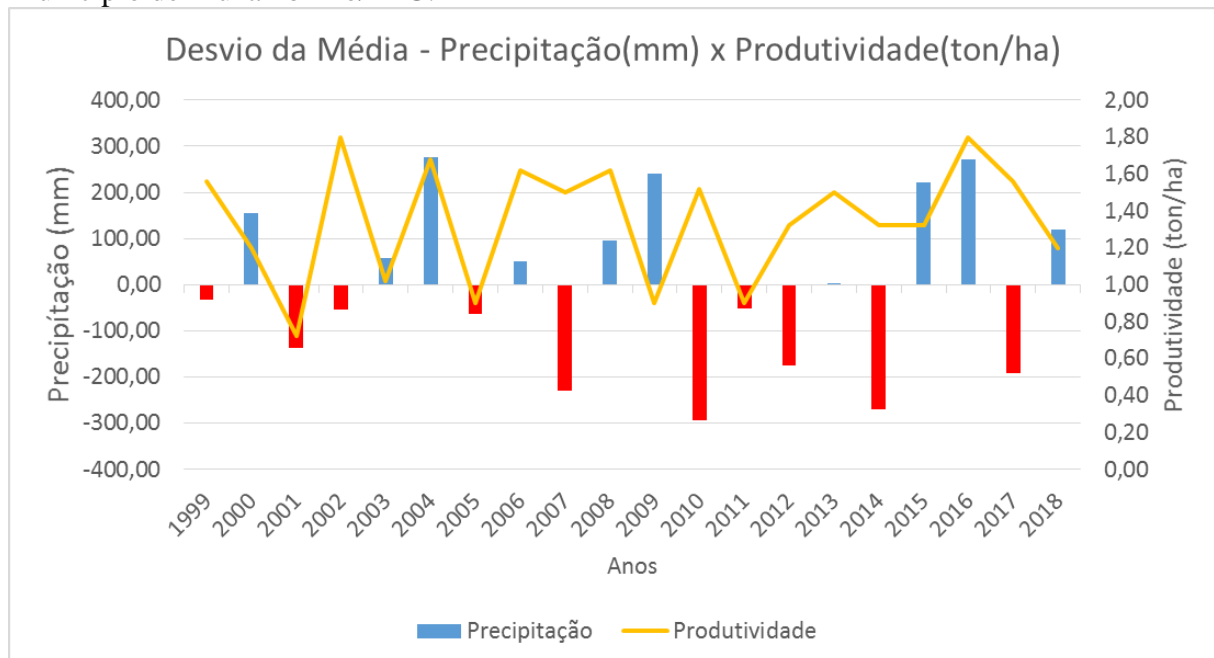
Fonte: EMATER(2019); IBGE (2019); NASA POWER (2019); IFSULDEMINAS (2019). Org.: Autor.

É relevante comentar que houveram alguns comportamentos esporádicos semelhantes nos anos de 1999, 2007 e 2017. Mesmo estando associados a índices de pluviosidade abaixo da média, nestes anos a produtividade não apresentou grande oscilação conforme a tendência do período analisado, ainda que estivessem sob o efeito da bienalidade. Em contrapartida os anos de 2000 e 2018, que foram marcados por disponibilidade hídrica satisfatória, e que esperavam-

se ser anos de produtividade mais elevada, lograram média produtividade. Nesse sentido percebe-se que “o cafeeiro também é intolerante a chuvas excessivas ou excesso hídrico prolongado” (MEIRELES, et al. 2009, p. 368).

Diante dos gráficos e dados apresentados fica evidente ainda que um aprofundamento da pesquisa é recomendável para verificar os aspectos que destoam da perspectiva geral proporcionada pela bienalidade ou da influência da precipitação que se encontra aliada a esse processo, pois, surtos e eventos pontuais podem responder pelos fatores que influenciaram os índices produtivos.

Gráfico 3 – Desvio das médias de Precipitação anual x Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/ MG.



Fonte: EMATER(2019); IBGE (2019); NASA POWER (2019); IFSULDEMINAS (2019). Org.: Autor.

4.4 Classificação das Temperaturas

Nessa análise foi utilizada a mesma metodologia empregada no tratamento dos dados de precipitação, porém as variáveis abordadas e parâmetros norteadores compõe-se de outras grandezas e variáveis, a saber, temperatura máxima e mínima para a série histórica considerada. De modo semelhante à precipitação, é possível categorizar as temperaturas desde “extremamente quentes” à “extremamente frias” em relação ao padrão habitual (Tabela 4).

O ponto de partida para as classificações se dá com as médias de temperatura para cada análise. As médias utilizadas de acordo com as temperaturas anuais do período foram: 26,67°C

para temperatura máxima e 15,39°C para a temperatura mínima. A partir destas médias estabeleceram-se os desvios-padrões que serão classificados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 04 – Valores e classes adotados para temperatura.

Metodologia “Anos Padrões”			
Classificação	Padrões Térmicos	Siglas	Desvio (+) ou (-) em %
Anos Quentes	Quente	(Q)	> 1°C
	Tendente a Quente	(TQ)	(+) 0,5 / (+) 1°C
Anos Normais	Normal	(N)	(+) 0,5°C / (-) 0,5°C
Anos Frios	Tendente a Frio	(TF)	(-) 0,5°C / (-) 1°C
	Frio	(F)	< 1°C

Fonte: Adaptado de Monteiro (1976).

Tabela 05 – Ocorrências das classes para temperatura máxima no período de estudo.

Classificação de anos-padrões para temperatura máxima			
Desvio em (°C)	Classes	Nº de ocorrências	Porcentagens
> (+1,0°C)	Quente	1x	5%
(+0,5°C) a (+1,0°C)	Tendente a Quente	4x	20%
(+0,5°C) a (-0,5°C)	Normal	10x	50%
(-0,5°C) a (-1,0°C)	Tendente a Frio	4x	20%
< (-1,0°C)	Frio	1x	5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista o valor médio (26,67°C) das temperaturas máximas do recorte temporal analisado, foram calculados os desvios, em °C (graus Celsius), para a classificação dos anos padrões. Como se pode notar, as ocorrências se distribuíram de forma simétrica a partir da classe “normal” que correspondeu exatamente a metade dos anos-padrões do espaço entre 1999 a 2018. Dado bastante significativo, pois denota que em metade dos anos do período as temperaturas máximas não sofreram variações anormais.

Considerando as classes com tendência, de um lado estão os anos “tendentes a quente”, que ocorreram em 2001, 2007, 2010 e 2012 e que correspondem a 20% das ocorrências. Do outro lado estão os anos com “tendência ao frio”, que correspondem também a 20% das ocorrências e se manifestaram em 2004, 2009, 2015 e 2017. De igual modo, dois anos se comportaram nas classes extremas da tabela. O ano de 2002 foi classificado com um ano “quente”, quando a média da temperatura máxima foi de 27,84°C. E o ano de 2013 classificado como um ano “frio”, pois apresentou a menor média de temperatura máxima em todo o período estudado, 25,08°C.

Considerando-se os desvios das temperaturas mínimas, o cenário se modifica razoavelmente em relação ao anterior. Neste caso há um aumento no número de anos considerados “normais”, que agora representam 60% do período. Uma circunstância significativamente interessante, pois remete a um quadro estável para a maior parte do intervalo considerado. Há também uma ligeira dessimetria das ocorrências nas classes se comparado a classificação das temperaturas máximas.

Tabela 06 – Ocorrências das classes para temperatura mínima no período de estudo.

Classificação de anos-padrões para temperatura mínima			
Desvio em (°C)	Classes	Nº de ocorrências	Porcentagens
> (+1,0°C)	Quente	0x	0%
(+0,5°C) a (+1,0°C)	Tendente a Quente	4x	20%
(+0,5°C) a (-0,5°C)	Normal	12x	60%
(-0,5°C) a (-1,0°C)	Tendente a Frio	2x	10%
< (-1,0°C)	Frio	2x	10%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Englobando as classes “normal” e as adjacentes, “tendente a quente” e “tendente a frio”, quando somadas são responsáveis por 90% do cenário das temperaturas médias. Ou seja, segundo esta perspectiva, na maior parte dos anos que estão sendo analisados, as temperaturas não oscilaram mais do que 1°C para mais ou para menos em relação à média 15,39°C.

Na classe “tendente a quente” se enquadraram os anos de 2002, 2005, 2009 e 2012, correspondendo a 20% das ocorrências. Por outro lado, a classe “tendente a frio” ficou reservada aos anos 2016 e 2017, representando apenas 10% das ocorrências no período. É válido destacar também que neste panorama não houveram casos de anos “quentes” e apenas os anos de 2013 e 2014 foram considerados “frios” com a média das temperaturas mínimas na casa dos 14,35°C e 14,30°C respectivamente.

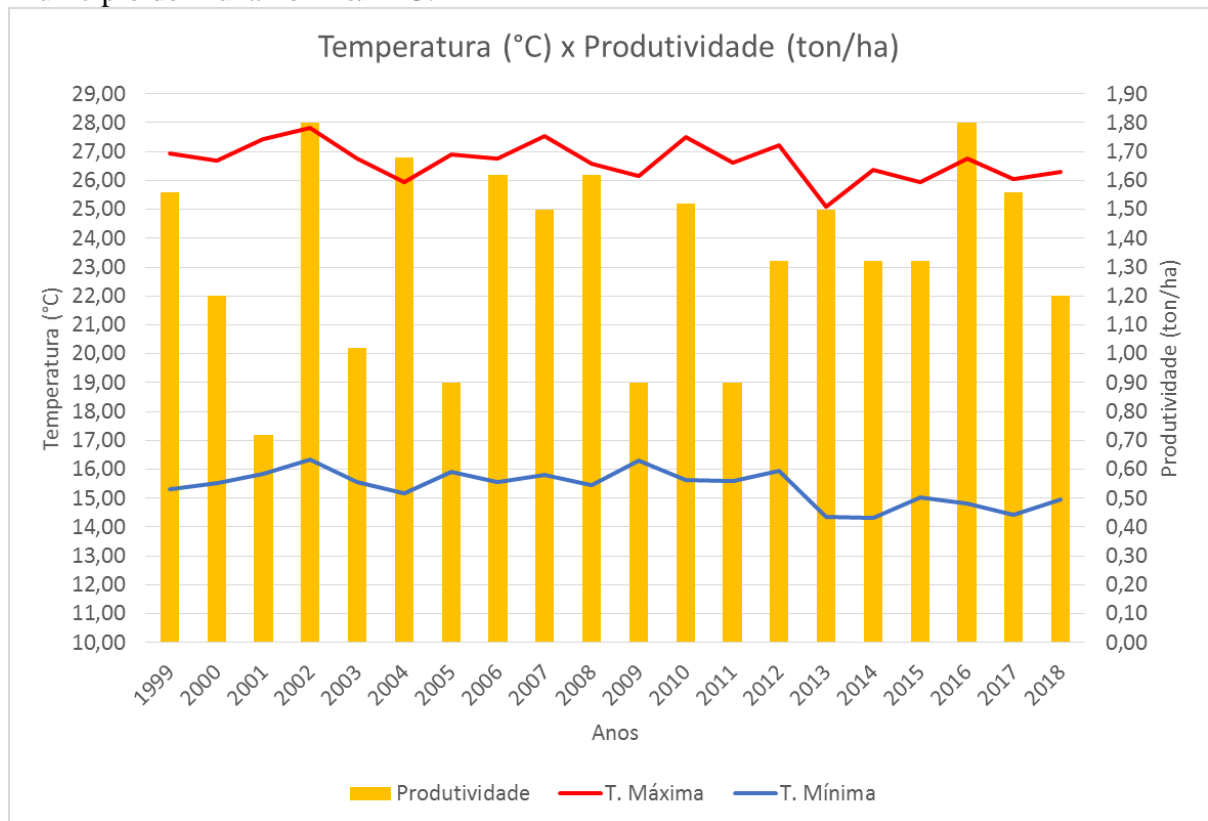
4.5 Temperatura X Produção

Outra variável climática que apresenta significativa influência sobre o desempenho das lavouras de café é a temperatura. A variação das temperaturas máxima e mínima no decorrer do ano influenciam diretamente nos ciclos fenológicos do cafezal, podendo interferir positiva ou negativamente. De acordo com algumas referências já estudadas sobre a temperatura adequada para as cultivares de café, pode-se estabelecer que para o cultivo do café arábica as temperaturas médias ideais se encontram entre 18°C e 23°C (CAMARGO, 1977). Conforme

Alves (2007) e Thomaziello, et al. (2000) a temperatura média ideal se encontra entre 19°C e 21°C, desde que as regiões sejam livres ou pouco suscetíveis a geadas.

É sabido que ondas de calor ou frios extremos por vários dias consecutivos, dependendo do estágio fenológico da planta podem comprometer o rendimento da produção, principalmente nas épocas de florada. Essas mesmas circunstâncias podem ainda favorecer o aparecimento de pragas e doenças, que também interferem na produtividade das plantações. Entre as variações de temperatura, outra grande ameaça ao bem estar das lavouras é a ocorrência de geadas ou temperaturas elevadas extremas.

Gráfico 4 – Temperaturas Médias Máxima e Mínima X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/ MG.



Fonte: EMATER(2019); IBGE (2019); NASA POWER (2019); IFSULDEMINAS (2019). Org.: Autor.

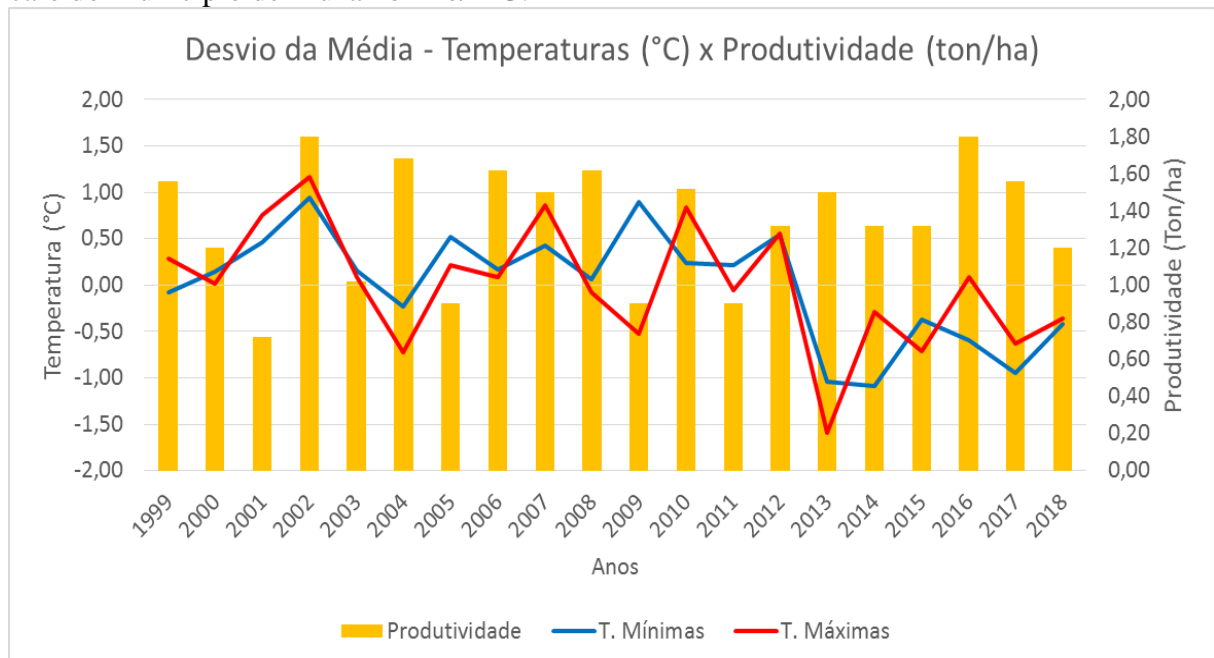
Segundo os dados que os gráficos 4 e 5 apresentam, as oscilações térmicas não estão claramente relacionadas com as oscilações de produtividade, reforçando então a força hegemônica que a bienalidade possui no desempenho da lavoura, pois, não obstante a alguns momentos da série onde os picos ascendentes e descendentes não se encontram sucessivos e articulados, são predominantes e caracterizam a série.

Nesse aspecto, salta aos olhos uma certa tolerância e resiliência da planta às oscilações climáticas registradas na área de estudo, indicando que até o presente momento estão situadas

fora dos limites de estresse do cafezal, possuindo baixa repercussão no seu desempenho. O que indica ainda por outro lado que a habitualidade das condições climáticas na área de estudo ainda não se apresenta extrema ou catastróficas como noutras porções do planeta.

Segundo os dados que os gráficos 4 e 5 apresentam, as oscilações térmicas não estão claramente relacionadas com as oscilações de produtividade, reforçando então a força hegemônica que a bienalidade possui no desempenho da lavoura, pois, não obstante a alguns momentos da série onde os picos ascendentes e descendentes não se encontram sucessivos e articulados, são predominantes e caracterizam a série.

Gráfico 5 – Desvio das médias das Temperaturas Máxima e Mínima X Produtividade anual de café do Município de Muzambinho/MG.



Fonte: EMATER(2019); IBGE (2019); NASA POWER (2019); IFSULDEMINAS (2019). Org.: Autor.

Nesse aspecto, salta aos olhos uma certa tolerância e resiliência da planta às oscilações climáticas registradas na área de estudo, indicando que até o presente momento estão situadas fora dos limites de estresse do cafezal, possuindo baixa repercussão no seu desempenho. O que indica ainda por outro lado que a habitualidade das condições climáticas na área de estudo ainda não se apresenta extrema ou catastróficas como noutras porções do planeta.

Esse resultado demonstra que a escolha da planta a ser cultivada num determinado local é fator de destacada importância para a rentabilidade do agricultor, pois se encontrar as condições climáticas requeridas não sofrerá com o baixo desempenho.

Ainda que as oscilações térmicas sejam significativas entre 2000-2003, 2003-2005, 2007-2009, e, 2012-2013, não estão alinhadas às oscilações da produtividade cafeeira, mesmo

em 2009 quando máxima e mínima se alternam. Diante disto, torna-se evidente que tais variações não influenciaram o cafezal mais que outros aspectos como bionalidade, adubação ou demais mecanismos de manejo não mencionados.

Mesmo que sejam médias e não exponham índices particularizados que visitam os extremos de frio e calor em determinados dias e meses, referendam a interpretação da correlação em face do padrão apresentado pela produtividade, pois a mesma exprime o desempenho da lavoura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alicerçado no referencial teórico, nas metodologias e nas discussões propostas neste trabalho e ainda na análise dos resultados obtidos, destacam-se algumas considerações acerca do tema proposto nesse estudo que podem ser organizadas em três eixos básicos tendo em conta os desdobramentos de cada um deles.

Primeiramente, é indispensável comentar que apesar de todas as inconstâncias e oscilações que possam ocorrer na área de estudo, especificamente, os padrões climáticos não sofreram grandes oscilações ao ponto de serem considerados atípicos. Desta forma o comportamento das variáveis de temperatura e precipitação se dispôs, na maior parte do período, dentro dos padrões exigidos pela cafeicultura para o pleno desenvolvimento e bom desempenho das lavouras não provocando interferências indesejáveis ou comprometendo a rentabilidade da atividade.

Acerca dos fenômenos climáticos adversos, é importante ressaltar com base nas proposições deste trabalho ou ainda na consulta aos dados utilizados, resultados obtidos, bem como na literatura utilizada que os mesmos não interferiram sobre o desempenho da lavoura provocando variações negativas na produtividade, pois os picos descendentes de produção não estiveram relacionados especificamente a eventos extremos como chuva de granizo ou geadas. Assim, constata-se que no período histórico considerado, não houveram eventos extremos desta natureza com potencial capaz de influenciar negativa e significativamente a lavoura cafeeira.

Como já foi mencionado anteriormente, o café é uma cultivar que depende de condições específicas, porém apresenta naturalmente um razoável nível de tolerância e adaptação a circunstâncias menos favoráveis. Nesse sentido, foi possível visualizar que as variações que foram apresentadas pelo ritmo climático no período de estudo analisado frente aos parâmetros

que a cultura cafeeira admite não foram suficientes nesta área de estudo para interferir no padrão de produtividade bianual que o café possui, situando-se em um nível secundário, quiçá terciário de relevância, o que é bom e desejável em qualquer lugar do planeta dada a impossibilidade que existe do homem gerir essa variável.

Apesar do trabalho se dedicar aos estudos da influência do clima, também procurou fazer uma análise breve do padrão climático da área e constatou com base nas classes adotadas no estudo (normal, tendentes, chuvoso, seco, quente, frio) que as classes situadas no contexto da habitualidade foram as que prevaleceram na maior parte dos anos considerados, reforçando, por conseguinte a constatação explanada nos parágrafos anteriores.

Neste contexto de habitualidade climática, muito embora as variáveis de temperaturas máximas e mínimas, assim como de precipitação estiveram situadas majoritariamente no hiato da normalidade e padrão esperado para a área de estudo, não ficaram isentas de registrarem pontualmente as classes extremas, mesmo que tenham ocorrido em número reduzido de vezes.

Num segundo eixo, são apresentadas algumas considerações acerca da influência do clima no desempenho da lavoura cafeeira. Nesse aspecto, salta aos olhos a aparente normalidade que as condições atmosféricas apresentam na área estudada devido à ausência de grandes oscilações, constituindo-se em elemento de baixo impacto na produtividade, pois, a própria fenologia da planta que cria um padrão bianual que se demonstra preponderante no desempenho da safra ao longo da série histórica analisada.

Como foi explanado no texto contido nos Resultados, o ciclo fenológico do cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. apresenta esse caráter bienal mediante a ocorrência de diversas fases fenológicas em que a planta utiliza a energia gerada através da atividade fotossintetizante no progresso de cada fase. Para garantir o funcionamento deste ciclo bienal além das características morfofisiológicas da planta, as características pedológicas e o manejo, assim como as condições climáticas devem estar alinhadas aos limites estabelecidos pela cultura.

Como este estudo concluiu que a bienalidade apresenta certa hegemonia no desempenho das lavouras cafeeiras, é pertinente dizer que, a bienalidade porém é decorrente de uma condição ainda estável do clima na área de estudo, onde os extremos não são visitados como em outras localidades do planeta. Isso comprova que em lugares onde o clima apresenta pequenas oscilações, as condições ideais se encontram estabelecidas ficando a produção submetida aos aspectos fenológicos, qualidade do solo e técnicas de manejo aplicadas à cultura.

Esta afirmação possui um caráter significativamente positivo pois apresenta a realidade de que, se o padrão climático não for perturbado por possíveis mudanças climáticas, o

desempenho das lavouras estará resguardado de interferências indesejadas sob as quais o ser humano não possui poder de gestão, ficando – cultivo e produção – numa condição mais gerenciável pelo próprio agricultor. Ou seja, a garantia para uma produtividade satisfatória das lavouras está associada a manutenção dos padrões climáticos adequados, que por sua vez asseguram a reprodução dos ciclos fenológicos que condicionam a utilização das técnicas de produção e manejo pelos cafeicultores.

Por fim, como último bloco de considerações acerca do estudo desenvolvido, entende-se que os Resultados obtidos demonstram que uma maior clareza no entendimento do tema só será obtida mediante a realização de novas pesquisas que possuam maior envergadura e profundidade, onde as médias anuais possam ser substituídas pelas manifestações diárias ou mensais mais detalhadas em seus valores absolutos e manuseadas separadamente a partir dos padrões e índices gerais de temperatura e precipitação estabelecidos para a conjuntura atmosférica pertinente. Recomenda-se que essas pesquisas sejam desenvolvidas a nível de mestrado e doutorado, pois, o formato desse momento da vida acadêmica permite que os dados de temperatura e precipitação mensais e ou diárias sejam analisados com maior parcimônia, e, cruzados com outras variáveis relevantes que componham o momento atmosférico da coleta.

Dentre outros, o aprofundamento da pesquisa possibilita ainda a análise detalhada de fenômenos climáticos extremos como chuva de granizo, precipitação elevada, temperaturas elevadas ou geadas que impactam severamente o desempenho da produtividade. Nesse aspecto, sugere-se também considerar as técnicas de produção – manejo – aplicadas a cultura. A partir de uma pesquisa com essa dimensão que utilize uma perspectiva de análise que incorpore os ciclos bienais do café, tem-se estabelecida a condição de verificar a influência da variabilidade climática em cada um dos períodos que compõe o ciclo fenológico bienal do café, relacionando como as condições climáticas interferem em cada fase do mesmo, descobrindo que condições ótimas poderiam ser criadas artificialmente – irrigação, ventilação, etc – para favorecer ainda mais o desempenho da cafeicultura e, por conseguinte, outros cultivos com características semelhantes.

Diante destas considerações acima, fica a satisfação pela contribuição prestada pelo presente TCC e a certeza de que o mesmo se torna relevante dentro do formato que esse tipo de atividade possui e pretende atingir, pois, além dos Resultados que apresenta, bem como considerações finais, estimula o desdobramento da pesquisa para avanço do conhecimento e maior contribuição ao setor agropecuário, aproximando a Academia da Sociedade que lhe custeia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. L. Uso de modelos de circulação geral da atmosfera para simular o clima e a variabilidade climática. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, cap. 5, p. 83-93, 2000.
- ALVES, J. D.; Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café**. Brasília: Embrapa, 2007. 247p.
- ANDRADE, R. G. R. **A expansão da cafeicultura em Minas Gerais: da intervenção do Estado à liberalização do mercado**. 1994. 164f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.
- APARECIDO, L.E.O. et al. Análise climática para a região de Muzambinho-MG. In: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA, 9, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2014. p. 97-104.
- APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.S.; SOUZA, P.S. Flowering and harvest ing periods of macadamia walnut for areas of the southeastern coffee region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 165-173, 2014.
- 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
- BAI, J. et al. Evaluation of NASA satellite- and model-derived weather data for simulation of maize yield potential in China. **Agronomy Journau**, v. 102, p. 9-16, 2010.
- BARBOSA, J. P. M. Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na Serra do Mar – análise a partir de séries históricas de precipitação e sistemas de informação geográfica (SIG). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 8, p. 67-81, 2007.
- BIETO, J. A.; TALON, M. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. Madrid: Interamericana; McGraw-Hill, 1996. p.537-553.
- BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G. Caracterização climática e dos anos extremos (chuvoso e seco): seus efeitos na produção de cana-de-açúcar, milho e soja para a região do Pontal do Paranapanema-SP. **Revista Formação**, v. 1, p. 13-34, 2010.
- BRASIL, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Quarto levantamento, v. 3, safra 2016, n. 4. Brasília, dezembro 2016.
- CAMARGO, A. P. Zoneamento de 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, v. 1, p.68-76, 1977.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 96p.
- CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 239-247, 2010.

CARAMORI, P. H. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, (n. Especial Zoneamento Agrícola) p.486-494, 2001.

CIIAGRO, Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Zoneamento macro - Aptidão ecológica da cultura do café**. Disponível em: http://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro_9.html. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2017.

FREDERICO, S. **O novo tempo do cerrado: expansão dos fronts agrícolas e controle do sistema de armazenamento de grãos**. 2009. 273f. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

_____. **As cidades do agronegócio nos fronts agrícolas brasileiros**. Inédito, 2010.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B.; GUERRA, A. J. T. Influência da Climatologia Rítmica sobre áreas de risco: o caso da região metropolitana do Recife para os anos de 2000 e 2001. **Revista de Geografia**. Recife, v. 24, p. 238-263, 2008.

GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J.; LANDAU, E. C. **Índices Pluviométricos em Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE-Cidades). **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2017.

MARTINS, E. et al. Influência das condições climáticas na produtividade e qualidade do cafeeiro produzido na região do Sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 499-506, out./dez. 2015

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.

MEIRELES, E. J. L. et al. Café. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530p.

MELLO, B. F.; ZAVATTINI, J. A. Dinâmica pluvial em Corumbataí/SP: análise de um ano-padrão chuvoso com vista ao desenvolvimento turístico. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, p. 239-253, 2016.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2007. 201p.

MONTEIRO, C. A. F. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. Universidade de São Paulo USP - Instituto de Geografia. **Série Teses e Monografias**, n. 1, São Paulo, 1969.

_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. Universidade de São Paulo USP - Instituto de Geografia. **Série Teses e Monografias**, n. 1, São Paulo, 1971.

_____. **O Clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo, Série Teses e Monografias, 28, USP/IGEOG, 1976.

_____. Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento – conjecturas sobre o caso brasileiro. IGEOG-USP - **Climatologia**, n. 10, São Paulo, 1981.

- _____. **Clima e Excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: UFSC, 1991. 233p.
- MONTEIRO, L. A. et al. Assessment of NASA/POWER satellite-based weather system for Brazilian conditions and its impact on sugarcane yield simulation. **International Journal of Climatology**, v. 38, p. 1571 – 1581, 2017.
- MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E. Escolha de “Anos-Padrão” para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. **Revista Geonorte**, v. 1, p. 547-560, 2012.
- PEREIRA, G. et al. Variabilidade da precipitação no estado de Minas Gerais no período de 1981 a 2017. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 213-229, nov. 2018.
- PICINI, A. G. et al. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 157-170, 1999.
- PINTO, H. S. **Adaptação do setor agrícola brasileiro.** In: MARENGO, J.A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H.S.; ZEE, D.M.W. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009. p.34-51.
- PINTO, H. S. - **Jornal da Unicamp.** Edição nº 463, 24/05 a 06/06 de 2010. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/maio2010/ju463_pag0607.php. Acesso em 19 de junho de 2019.
- REBOITA, M. S. et al. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, vol. 17, p. 206-226, jul./dez. 2015.
- RUIZ-CÁRDENAS, R. **A cafeicultura e sua relação com o clima.** Lavras. Dodesign-s, 2015.
- SÁ JUNIOR, A. et al. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Hamburg, v. 108, p. 1-7, 2012.
- SANT’ANNA NETO, J. L. **As chuvas no estado de São Paulo.** 1995, 200f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Departamento de Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1995.
- SANTOS, B. C.; SOUZA, P. H.; VECCHIA, F. A. S.; A caracterização da precipitação do ano hidrológico de 2013-2014 na região de São Carlos/SP e sua repercussão no espaço geográfico. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 13, vol. 21, p. 135-152, jul./dez. 2017.
- SANTOS, J. W. M. C. **Clima e produtividade de soja nas terras de cerrado do sudeste de Mato Grosso.** 2002. 388f. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Geografia Física, FFLCH-USP, Universidade de São Paulo, 2002.
- _____. Ritmo climático e sustentabilidade socioambiental da agricultura comercial da soja no sudeste de Mato Grosso. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 1, n. especial, p. 01-20, 2005.
- SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n.3 (n. Especial Zoneamento Agrícola), p. 501-509, 2001.
- SILVA, J. M. O.; SILVA, E. V. Utilização dos anos padrões para a caracterização pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Pirangi/Ceará. **Revista Geonorte**, v. 3, p. 1358-1369, 2012.

SOARES, L. P.; ZANELLA, M. E. Eleição de anos-padrão para a caracterização climática do Estado do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 10, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 2014. p. 2468-2479.

SOUZA, P. H.; SANTOS, B. C. A variabilidade climática no sul de minas gerais e sua influência na produção cafeeira – um estudo de caso. **Rev. Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Três Lagoas/MS**, Três Lagoas, n. 18, ano 10, nov. 2013.

THOMAZIELLO, R. A. et al. **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 82p.