

**A VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO SUL DE MINAS GERAIS E
SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO CAFEIEIRA – UM ESTUDO DE
CASO**

**CLIMATE VARIABILITY IN SOUTHERN MINAS GERAIS AND ITS
INFLUENCE ON PRODUCTION COFFEE - A CASE STUDY**

Paulo Henrique de Souza¹

Bruno César dos Santos²

RESUMO

A produção de café da porção Sul do estado de Minas Gerais responde por 25% do volume nacional. Em função disto, esta porção do território mineiro apresenta grande dependência econômica da lavoura cafeeira, ressentindo-se das quebras de safra ocasionadas pela sazonalidade climática. Atentando para isto, o estudo da dinâmica atmosférica nessa área foi desenvolvido, verificando as tendências do ritmo climático na mesma, cuidando em destacar todo o dinamismo apresentado ao longo do período de anos considerados. Com base nos objetivos propostos para a pesquisa, observou-se uma permanente oscilação nas variáveis atmosféricas consideradas, assim como na produção da safra cafeeira; no entanto, dada a magnitude de dados manipulados e a generalização que o cálculo de médias impôs aos números finais analisados, verificou-se a necessidade de serem aprofundados os estudos particularizando-se os dados diários, pois os extremos ocorridos num dia específico acabaram por ser desconsiderados na média diária que foi utilizada na média mensal e depois na anual. Também se verificou que a qualidade dos dados disponibilizados pelos órgãos públicos precisa ser revista uma vez que a série de dados obtida junto ao IBGE (2010) acusou generalizações excessivas.

PALAVRAS-CHAVE: Anos padrão; café; clima; temperatura; precipitação.

RESUMEN

La producción de café en la parte sur del estado de Minas Gerais representa el 25%

¹ Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP. Coordenador do curso de Geografia modalidade Bacharelado da UNIFAL-MG Universidade Federal de Alfenas. phsouza31@hotmail.com

² Licenciado em Geografia e graduando em Geografia modalidade Bacharelado pela UNIFAL-MG Universidade Federal de Alfenas. bruno-unifal@hotmail.com

del volumen nacional. Debido a esto, esta parte del estado de Minas Gerais tiene una gran dependencia económica del cultivo del café, resintiéndose de las malas cosechas provocadas por la estacionalidad climática. Prestar atención a esto, se desarrolló el estudio de la dinámica atmosférica en la materia, comprobación evolución de los tipos en la zona climática, teniendo cuidado de poner de relieve todo el dinamismo mostrado durante el período del año considerado. Sobre la base de los objetivos propuestos para la investigación, hubo una oscilación continua de las variables atmosféricas consideradas, así como en la producción de la cosecha de café, sin embargo, dada la magnitud de los datos manipulados y la generalización de que el cálculo del promedio impuesta a números finales analizó había una necesidad de realizar estudios exhaustivos particularizar los datos todos los días, como los extremos ocurridos en un día determinado en última instancia, se tomarán en cuenta el promedio diario que se utilizó en la media mensual, y después de un año. También se constató que necesitan la calidad de los datos facilitados por los organismos públicos que ser revisado ya que la serie de datos obtenida del IBGE (2010) generalizaciones acusados.

PALABRAS-CLAVE: Años estándar; café; clima; temperatura; precipitación.

INTRODUÇÃO

De acordo com André (2006), o clima exerce um papel destacado na configuração do espaço geográfico e na composição do meio ambiente, pois é determinante na disponibilidade de alguns recursos naturais e nas características gerais da paisagem, assim como dos aspectos socioeconômicos.

Infelizmente, nas últimas décadas, os problemas ambientais e as mudanças climáticas passaram a dificultar o desenvolvimento econômico das atividades antrópicas, na medida em que inviabilizam ou comprometem seu desempenho.

Em virtude disto, a influência dos fenômenos atmosféricos na agricultura vem sendo uns dos fatores mais discutidos nos últimos anos devido à repercussão que tem sido observada em sua cadeia econômica e nas demais atividades relacionadas ao setor. Segundo Pinto (2011), “Estas perdas poderão estar próximas de 2,3% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro que é da ordem de R\$ 3,6 trilhões, em decorrência dos impactos da mudança do clima, se nada for feito em termos de adaptação ou de mitigação”.

Atualmente, o Brasil desfruta da condição de maior produtor e exportador de café do mundo, respondendo por mais de 30% da produção mundial, exportando mais de 20 milhões de sacas ao ano. Sua área plantada é de 2,7 milhões de hectares, com aproximadamente seis bilhões de pés (IBGE, 2010).

A região Sudeste destaca-se dentre as demais regiões brasileiras graças a produtividade alcançada pelo estado de Minas Gerais, o maior produtor nacional 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.

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.

Atentando para esta relação estreita que existe entre o clima e a

atividade econômica, Monteiro (1971, 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 cinquenta 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.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende um polígono de coordenadas de 21°18' de latitude S e 46°42' de longitude W abrangendo o município de Guaxupé. Este município está localizado no sudoeste geográfico e sul político de Minas Gerais.

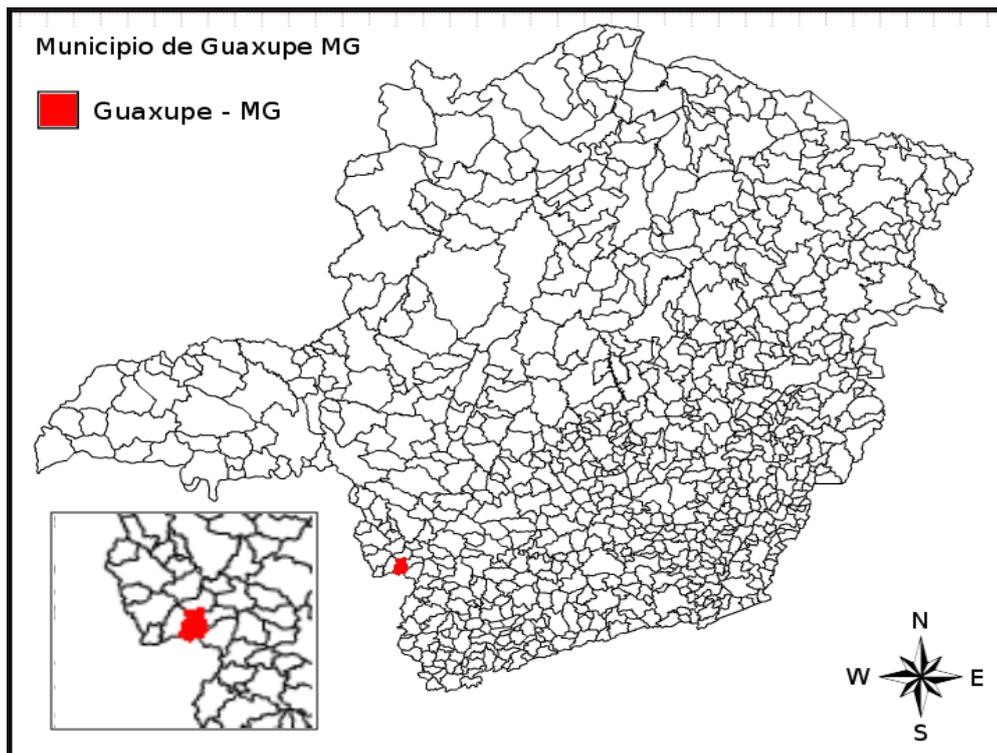


Figura 1 – Localização do município de Guaxupé

Com uma área territorial de 285.913 km², faz limite com os seguintes municípios: a) norte: São Pedro da União, b) sul: Tapiratiba-SP, c) leste: Juruaia e Muzambinho, e, d) oeste: Guaranésia. A altitude média é de 830m, o clima é tropical semi-úmido com uma pluviosidade de 1.300mm anuais e com um regime térmico médio de 23°C. O tipo de relevo que prevalece nessa região é de colinas associadas à morrotes e morros, e a vegetação original é de florestas semidecídua. O município de Guaxupé destaca-se economicamente na produção cafeeira. A cidade conta com uma imensa Cooperativa de Cafeicultores (Cooxupé), considerada a maior do mundo. Além desta, o município conta ainda com a Exportadora de Café Guaxupé.

A cidade vem sofrendo um processo de especialização e adequação de

seus serviços às demandas produtivas da agricultura moderna, seguindo no caminho trilhado por outras localidades do país como aquelas produtoras de soja do Cerrado brasileiro (FREDERICO, 2009; 2010), citrícolas e produtoras de cana-de-açúcar do interior paulista (ELIAS, 2003) e de fruticultura irrigada do interior nordestino (RAMOS, 2001). No caso do Sul de Minas, a especialização produtiva na cafeicultura, também, faz com que muitas cidades tornem-se funcionais às demandas do campo moderno, pois o segmento cafeeiro é 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, Idem).

CLIMA E AGRICULTURA

A agricultura é fundamental para o desenvolvimento econômico de uma região, e para o fornecimento de alimentos para a sociedade. Em razão disto, as estimativas acerca da produção agrícola são de grande importância para a economia dos lugares, uma vez que fornecem suporte aos formuladores de políticas agrícolas e aos tomadores de decisão do setor privado, ligados a atividades agropecuárias (VICENTE et al., 1990).

Tendo-se em vista que a produção de café é um importante segmento da economia brasileira, a implementação de previsão de safra confiável pode oferecer um planejamento adequado, em virtude da correta integração entre o mercado e a produção (LIU e LIU, 1988) e isso só será possível se todas as

variáveis importantes para esse cultivo estiverem conhecidas, mesmo as atmosféricas.

Toda e qualquer alteração nos parâmetros ambientais físicos acaba por interferir no desempenho da lavoura, pois as plantas apresentam resposta direta a cada mudança. Uma vez que o aumento da temperatura é diretamente proporcional à atividade fotossintética as reações catalisadas enzimaticamente podem ser aceleradas, resultando na perda da atividade das enzimas em prejuízo de sua produtividade a partir da tolerância que possua frente ao calor (BIETO & TALON, 1996). No caso do café, temperaturas entre 28°C e 33°C provocam uma redução na produção de folhas e na atividade fotossintética (DRINNAN & MENZEL, 1995). Também é possível observar que mesmo na fase reprodutiva alterações podem ser observadas na capacidade da planta em produzir flores (LARCHER, 2000). Algo que repercutirá nos frutos - produção.

Atentando para isso, estudos desenvolvidos pelo CEPAGRI/UNICAMP e EMBRAPA (2012) demonstram, por exemplo, que a cultura cafeeira, que se encontra historicamente adaptada às condições observadas na Região Sudeste do País, deverá migrar para latitudes maiores para manter sua viabilidade em face das mudanças climáticas em curso. Segundo entendem Pinto et al. (1989 e 2001) a partir das simulações que desenvolveram, a elevação da temperaturas e da precipitação nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás promoverá uma redução drástica nas áreas com aptidão agroclimática, condenando a produção.

Conforme Caramori et al. (2001), Pinto et al. (2001) e Sedyama et al. (2001), para efeito do zoneamento do café, a temperatura mínima tolerável

sem causar danos às folhas é de 0°C a 1°C.

Existe uma relação estreita entre a ocorrência de “qualquer evento climático fora dos padrões habituais” e os índices de produtividade agrícola que repercutem por toda uma cadeia produtiva (MONTEIRO, 1981, p. 32). Justamente por isso, a verdadeira compreensão do papel que o clima possui na organização do espaço regional e na implantação e desenvolvimento da agropecuária numa região, passa pela concepção teórica de que seu papel é importante na organização econômica do espaço geográfico bem como na regulação da vida econômica.

Não obstante a isto, o planejamento das atividades agropecuárias no Brasil, ainda ressentem-se pela falta de maiores estudos sobre a ampla área do território dominada pelo regime pluviométrico típico do "Brasil Central", com chuvas concentradas na primavera/verão e praticamente ausentes durante o semestre de outono/inverno (MONTEIRO, 1969), pois, apesar de se tratar de uma recomendação manifestada no final da década de 1960, Zavattini (2003) ao refletir sobre esta questão, reconhece que a mesma não foi seguida, existindo um número reduzido de estudos de ritmo climático acerca desta região do país como já atestaram Cunha & Vecchia (2007).

CLIMATOLOGIA DINÂMICA

A climatologia tem o papel de estudar e compreender o comportamento do clima ao longo da história do planeta. Segundo Sentelhas e Pereira (2000, p. 106), “As condições climáticas na Terra sofrem flutuações contínuas.

Dependendo da escala de tempo em que se trabalha é possível visualizar essa variabilidade e definir o que são mudanças climáticas”. A temperatura média global pode ser um indicador simples da variabilidade interna do clima em simulações com modelos e em observações. Geralmente ela é usada como o índice mais simples de variabilidade e de mudança do clima global (BACK, 2001; BRAGANZA et al., 2003).

No decorrer dos anos, as investigações desenvolvidas sobre a variabilidade e a mudança do clima usam a temperatura média global da superfície para estabelecer o grau e o significado das mudanças do clima durante o último século (SILVA et al., 2006). A detecção de mudanças climáticas em séries temporais hidrometeorológicas, além de ser um resultado científico importante, é uma necessidade para estabelecer o efeito das mudanças climáticas sobre os sistemas hidrometeorológicos, fundamental para o planejamento futuro dos recursos hídricos e produção de alimentos (MARENGO et al, 2007).

No Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C até o final do século XX, considerando a normal climatológica (1961- 1990) de 24,9°C (MARENGO et al. Idem). Uma avaliação da variabilidade climática, ao longo do tempo no país, mostra que, dependendo da região analisada, podem ocorrer alterações contínuas ou ciclos bem demarcados dos elementos meteorológicos, como as temperaturas e a precipitação (PINTO et al., 2003).

Pesquisas desenvolvidas por Siqueira et al. (1994 a, b) com abrangência nacional indicam para o Brasil um aumento de 3°C a 5°C na temperatura com tendência maior de aquecimento entre as regiões Sul e Sudeste. Com isso, a

possibilidade de mudanças no regime de temperatura e precipitação é frequentemente apontada como causa da interferência do homem no ambiente, especialmente devido aos desmatamentos e pela crescente urbanização sem planejamento adequado.

A tabulação dos dados climáticos de uma série de anos e sua análise permite a identificação das tendências que vão se estabelecendo nos padrões atmosféricos e a verificação das possíveis mudanças que começam a ocorrer na regularidade habitual das variáveis climatológicas, auxiliando na previsão de futuros cenários e na proposição de ações compatíveis com a administração dessa nossa conjuntura.

ESTUDO DE CASO: COMPORTAMENTO ATMOSFÉRICO EM GUAXUPÉ/MG

Atentando para a aplicação do conhecimento em benefício da sociedade, a presente pesquisa foi desenvolvida procurando articular o estudo do desempenho da lavoura cafeeira com o comportamento atmosférico na área delimitada para estudo. Para tanto, recorreu aos dados de produtividade da safra na região cafeeira de Guaxupé nas últimas duas décadas destacando a produção por hectare e a área total plantada (IBGE, 2010). Também foram analisados os dados climatológicos (temperatura e precipitação) nos últimos cinquenta anos que se encontram disponíveis no banco de dados da Cooxupé. Neste aspecto, as informações numéricas importantes para o estudo foram tabuladas para análise e cruzamento entre si, principalmente aquelas pertinentes aos índices climatológicos anuais e as safras de café do período,

permitindo assim uma comparação entre as condições atmosféricas e a produtividade.

Uma vez recolhidos e organizados os dados referentes ao comportamento da atmosfera e o desempenho da lavoura cafeeira, seguiu-se a aplicação da metodologia proposta por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro para delimitação do ano-padrão de cada variável – temperatura e precipitação. Identificando-se o comportamento da precipitação e temperatura pelos parâmetros estabelecidos pela análise rítmica proposta por esse autor.

PRODUÇÃO CAFEEIRA – DIAGNÓSTICO INICIAL

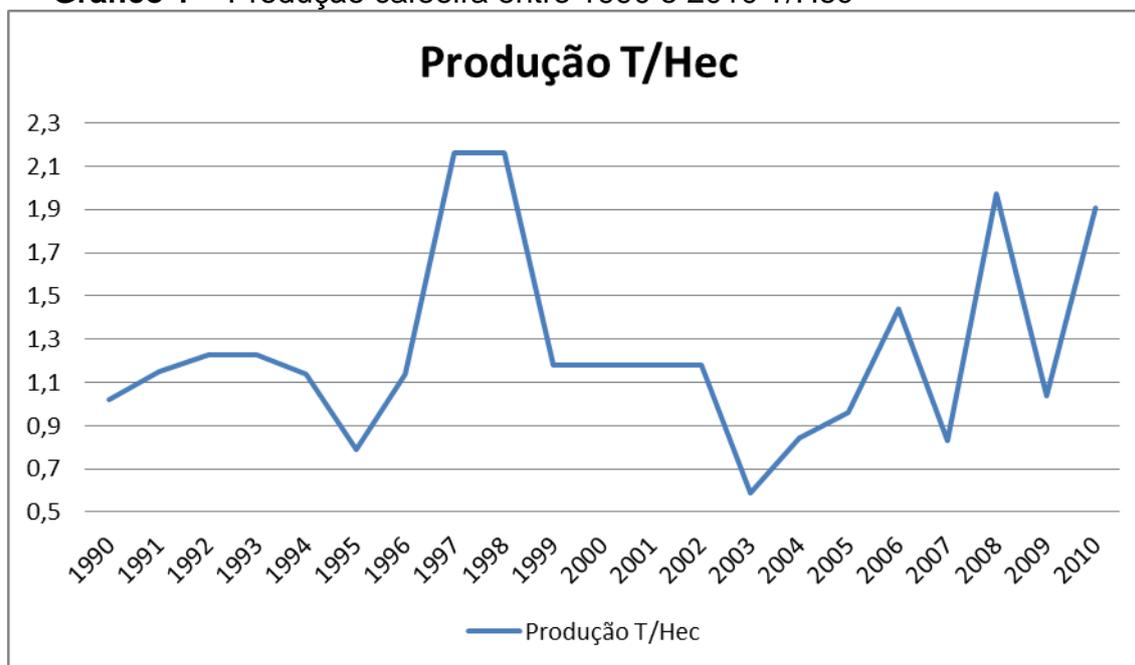
Segundo acusam os dados de produção da lavoura cafeeira disponibilizados pelo IBGE (2010) para a área de estudo, a oscilação tem sido a tônica predominante no desempenho dos cafezais da região de Guaxupé ao longo dos últimos anos, alternando os períodos com melhor ou pior desempenho sem uma lógica aparente, pois, por mais que parem indagações acerca disto, os cuidados – técnicas e equipamentos – tipo de solo, cafezais (plantas), relevo e contexto regional continuam sendo os mesmos ao longo dos anos.

Todavia, não obstante ao grande desafio que tal situação representou para o desenvolvimento da presente pesquisa, ou aos desafios que são decorrentes da perspectiva de relacionar o comportamento atmosférico com o desempenho da lavoura cafeeira cumpre mencionar antes de avançar na discussão dos resultados obtidos pelo estudo, toda a dificuldade que o

desenvolvimento de pesquisas enfrenta no território nacional a partir das informações que são disponibilizadas por alguns órgãos governamentais, pois, por mais que tenha havido um período de extrema regularidade no desempenho da lavoura cafeeira presente na área de estudo, dificilmente a safra pode apresentar a mesma produtividade em alguns anos como se observou em 1997 e 1998, e ainda em 1999, 2000, 2001 e 2002.

Feita essa pequena ressalva, observando-se o desempenho da lavoura cafeeira na área de estudo como bem denuncia a informação dos demais anos – Gráfico e Tabela 1 – foi possível identificar dois períodos de anos para apreciação e cruzamento de dados, 1990-1997 e 2003-2010.

Gráfico 1 – Produção cafeeira entre 1990 e 2010 T/Hec



Fonte: IBGE (2010)

Tabela 1 – Produção cafeeira entre 1990 e 2010

Anos	Área plantada (Hectares)	Produção (Toneladas)	Média T/Hec

1990	6.338	6.474	1.02
1991	6.338	7.352	1.15
1992	6.338	7.852	1.23
1993	6.338	7.852	1.23
1994	6.338	7.266	1.14
1995	6.338	5.012	0.79
1996	6.146	7.019	1.14
1997	6.500	14.040	2.16
1998	6.500	14.040	2.16
1999	6.500	7.722	1.18
2000	6.500	7.722	1.18
2001	6.500	7.722	1.18
2002	6.500	7.722	1.18
2003	6.500	3.861	0.59
2004	6.500	5.460	0.84
2005	4.650	4.464	0.96
2006	6.200	8.928	1.44
2007	5.550	4.618	0.83
2008	5.680	11.246	1.97
2009	4.990	5.210	1.04
2010	5.649	10.846	1.91

Fonte: IBGE (2010)

No período de anos situados entre 1990 e 1997 a produção da lavoura cafeeira acusou três fases distintas; no segundo período de anos situado entre 2003 e 2010 apresenta duas fases distintas.

Em razão disso, a análise das variáveis climatológicas foi feita com grande interesse, cuidando em fornecer algum subsídio para o entendimento dessa alternância e ausência de regularidade no desempenho da cultura cafeeira numa região onde seu cultivo encontra-se muito bem estabelecido.

VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS – COMPORTAMENTO

Graças aos padrões gerais que regem a circulação geral dos ventos e a

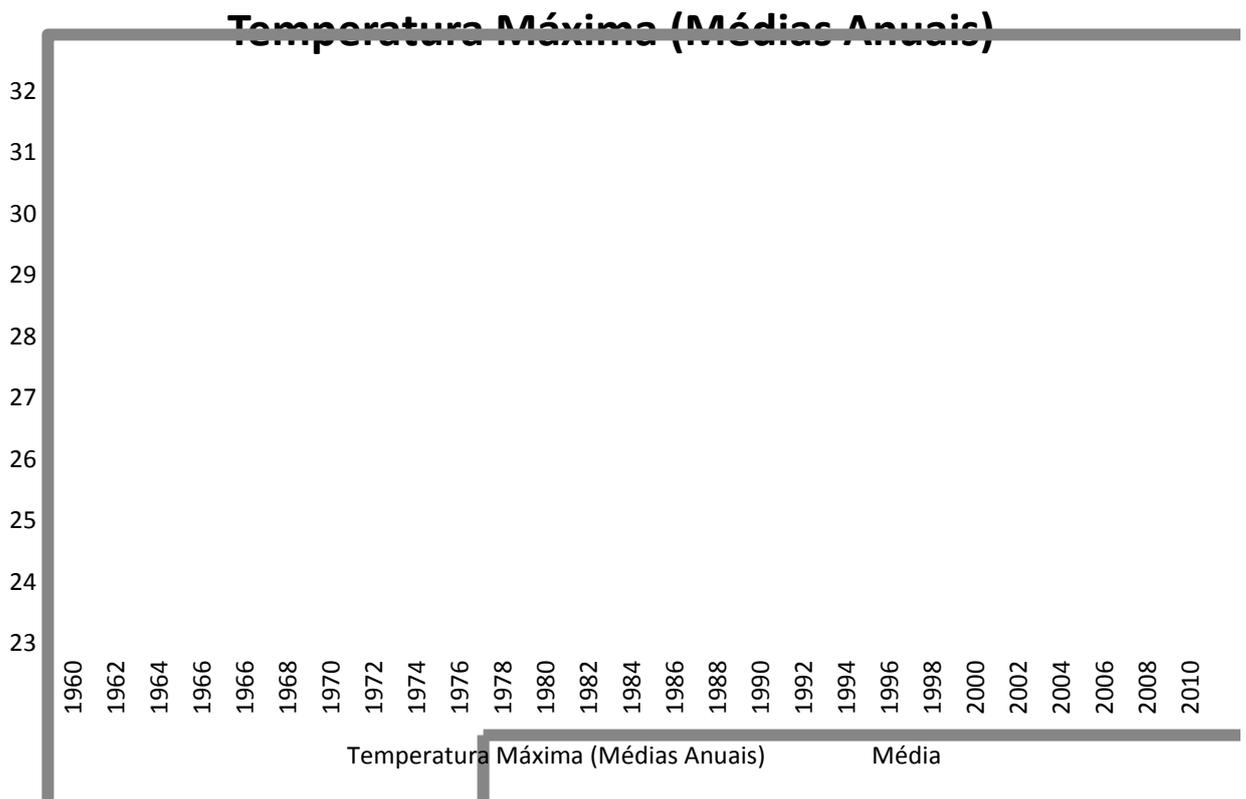
dissipação da energia no interior da atmosfera terrestre, parte das manifestações de sua volatilidade já são relativamente conhecidas permitindo algumas reflexões sobre suas características e ação no espaço.

Atentando para isso e para a proposta metodológica elaborada por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, o estudo do comportamento atmosférico na área de estudo foi desenvolvido a partir da série de dados disponibilizada pela Cooxupé entre os anos de 1960 e 2010 relativos à temperatura e precipitação.

Segundo é possível observar nos gráficos e tabelas 2, 3 e 4, o elenco de temperaturas máximas, mínimas e precipitação possui uma permanente oscilação ainda que esteja submetida aos parâmetros atmosféricos estabelecidos para o tipo climático Tropical de Altitude. Com isso é possível perceber que a regularidade de um tipo climático não assegura uma ausência de nuances e pequenas perturbações.

Conforme demonstram o Gráfico e Tabela 2, as temperaturas máximas médias anuais da área de estudo apresentam constante oscilação e pelo menos quatro fases distintas entre 1960 e 2010.

Gráfico 2 – Temperatura Máxima (médias) entre 1960 e 2010 em °C



Fonte: Cooxupé (2012)

Com um ritmo sucessório que não obedece a nenhuma regularidade clássica, a série de anos avaliada denuncia uma ausência completa de padrão que impossibilita inclusive a delimitação de anos padrão ou o período de retorno de alguns eventos e situações, dificultando toda e qualquer tentativa ocupada com o planejamento das atividades agropecuárias a partir dos índices térmicos máximos observados na área de estudo.

Tal situação pode decorrer da generalização de dados efetivada através da média mensal que tabulou a temperatura máxima diária e, por conseguinte, da média anual que por sua vez fundamentou-se nas médias mensais. Talvez um estudo mais pontuado que se ocupe em destacar as temperaturas máximas diárias ao longo de alguns períodos seja mais indicado para o estabelecimento

do ano-padrão e do período de retorno.

Tabela 2 – Temperatura Máxima (médias) entre 1960 e 2010 em °C

Anos	Temperatura	Desvio Padrão	Anos	Temperatura	Desvio Padrão
1960	25,3583333	-1,900407	1985	26,9916667	-0,2670733
1961	26,675	-0,58374	1986	26,9666667	-0,2920733
1962	25,4333333	-1,8254066	1987	27,5	0,2416
1963	27,1666667	-0,0920733	1988	27,3083333	0,0495933
1964	24,6666667	-2,5920733	1989	26,65	-0,60874
1965	25,0916667	-2,1670733	1990	27,2916667	0,0329267
1966	25,9333333	-1,3254067	1991	27,4833333	0,2245933
1967	25,9416667	-1,3170073	1992	27,1083333	-0,1504067
1968	25,3333333	-1,9254067	1993	28,2	0,94126
1969	26,625	-0,63374	1994	29,0333333	1,7745933
1970	26,0916667	-1,1670733	1995	28,7083333	1,4495933
1971	26,35	-0,90874	1996	28,225	0,96626
1972	26,125	-1,13374	1997	28,6833333	1,4245933
1973	26,95	-0,30874	1998	28,7916667	1,5329267
1974	26,2916667	-0,967073	1999	28,7416667	1,4829267
1975	28,9583333	1,6995933	2000	28,5833333	1,3245933
1976	26,675	-0,58374	2001	27,725	0,46626
1977	31,175	3,91626	2002	27,7333333	0,4745933
1978	30,6416667	3,3829267	2003	26,425	-0,83374
1979	29,16	1,90126	2004	25,4483333	-1,8104067
1980	29,7666667	2,5079267	2005	24,1858333	-3,0729067
1981	29,1833333	1,9245933	2006	25,4	-1,85874
1982	28,2083333	0,9495933	2007	26,6033333	-0,6554067
1983	28,3833333	1,1245933	2008	26,625	-0,63374
1984	27,4166667	0,1579267	2009	26,6925	-0,56624
1985	26,9916667	-0,2670733	2010	27,489	0,23026

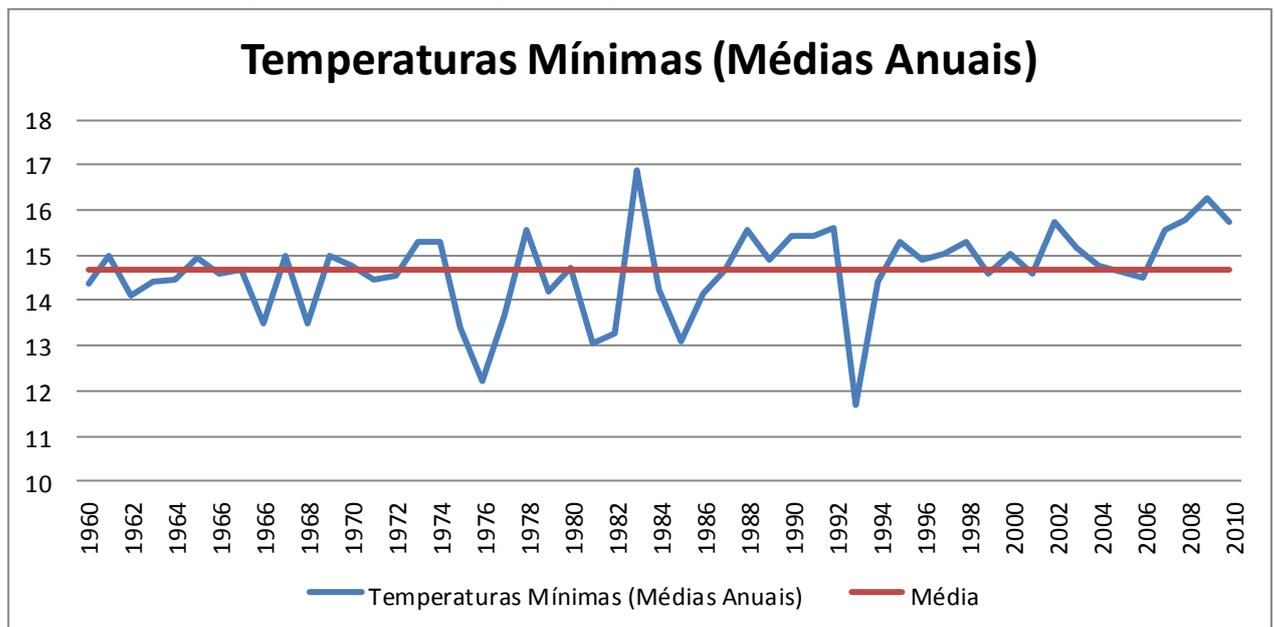
Fonte: Cooxupé (2012)

Essa informação é importante, pois denuncia algum problema na coleta dos dados ou no comportamento local das variáveis atmosféricas, recobrando um necessário aprofundamento prévio nos estudos climáticos da região.

No tocante às temperaturas mínimas, o gráfico e tabela 3 apontam para uma situação levemente diferenciada em relação às médias de temperatura

máximas já discutidas nos parágrafos anteriores, pois, segundo é possível observar pelo traçado da linha, a sucessão de períodos homogêneos com características distintas parece inexistir, prevalecendo uma constante alternância de picos – máximos e mínimos – recheada pela regularidade ao redor da média geral obtida para a série de anos estudados.

Gráfico 3 – Temperatura Mínima (médias) entre 1960 e 2010 em °C



Fonte: Cooxupé (2012)

Pelo que os dados informam, a regularidade é a principal característica das temperaturas mínimas da área de estudo, situando os valores anuais próximos da média geral da série de anos com exceção de alguns anos onde os picos máximos e mínimos aparecem e alternam o comportamento padrão.

Segundo pode ser observado há uma pequena tendência que se opõe entre o início e o final da série de anos, podendo sinalizar para um paulatino aquecimento atmosférico na área na medida em que as temperaturas mínimas

começam posicionar-se levemente acima da média geral da série de anos.

De 1960 a 1972 manifestam-se treze anos onde a temperatura mínima média anual situa-se levemente abaixo da média geral obtida para a série de anos.

Tabela 3 – Temperatura Mínima (médias) entre 1960 e 2010 em °C

Anos	Temperatura	Desvio Padrão	Anos	Temperatura	Desvio Padrão
1960	14,3666667	-0,306013	1985	13,1	-1,57268
1961	14,9916667	0,318987	1986	14,1416667	-0,531013
1962	14,1166667	-0,556013	1987	14,6833333	0,010653
1963	14,4333333	-0,239347	1988	15,5583333	0,885653
1964	14,475	-0,19768	1989	14,9166667	0,243987
1965	14,925	-0,19768	1990	15,4083333	0,735653
1966	14,5916667	-0,081013	1991	15,4166667	0,743987
1967	14,6666667	-0,006013	1992	15,5916667	0,918987
1968	13,4916667	-1,181013	1993	11,675	-2,99768
1969	14,9666667	0,293987	1994	14,4083333	-0,264347
1970	14,7666667	0,093987	1995	15,3	0,62732
1971	14,4583333	-0,214347	1996	14,8833333	0,210653
1972	14,5583333	-0,114347	1997	15,025	0,35232
1973	15,275	0,60232	1998	15,3083333	0,635653
1974	15,3083333	0,635653	1999	14,575	-0,09768
1975	13,3916667	-1,281013	2000	15,0333333	0,360653
1976	12,1916667	-2,481013	2001	14,6083333	-0,064347
1977	13,6666667	-1,006013	2002	15,7333333	1,060653
1978	15,5666667	0,893987	2003	15,1583333	0,485653
1979	14,18	-0,49268	2004	14,7516667	0,078987
1980	14,7083333	0,035653	2005	14,64	-0,03268
1981	13,0583333	-1,614347	2006	14,5141667	-0,158513
1982	13,275	-1,39768	2007	15,5383333	0,865653
1983	16,8833333	2,210653	2008	15,7691667	1,096487
1984	14,25	-0,42268	2009	16,2566667	1,583987
1985	13,1	-1,57268	2010	15,7483333	1,075653

Fonte: Cooxupé (2012)

Entre 1973 e 1993 os picos se alternam sem regularidade apontando para um momento de instabilidade ou transição onde o ganho e perda de

energia na atmosfera não assegura uma predominância destacada. De 1960 a 1972 manifestam-se treze anos onde a temperatura mínima média anual situa-se levemente abaixo da média geral obtida para a série de anos considerada. Entre 1973 e 1993 os picos se alternam sem regularidade apontando para um momento de instabilidade ou transição onde o ganho e perda de energia na atmosfera não assegura uma predominância destacada. Nesse período a amplitude entre os extremos fica mais destacada prevalecendo os picos mínimos. A partir de 1994 inicia-se um período de ganho onde as temperaturas mínimas situam-se próximo a media geral para a série de anos, mas apresentam um ligeiro aquecimento posicionando-se acima dessa média.

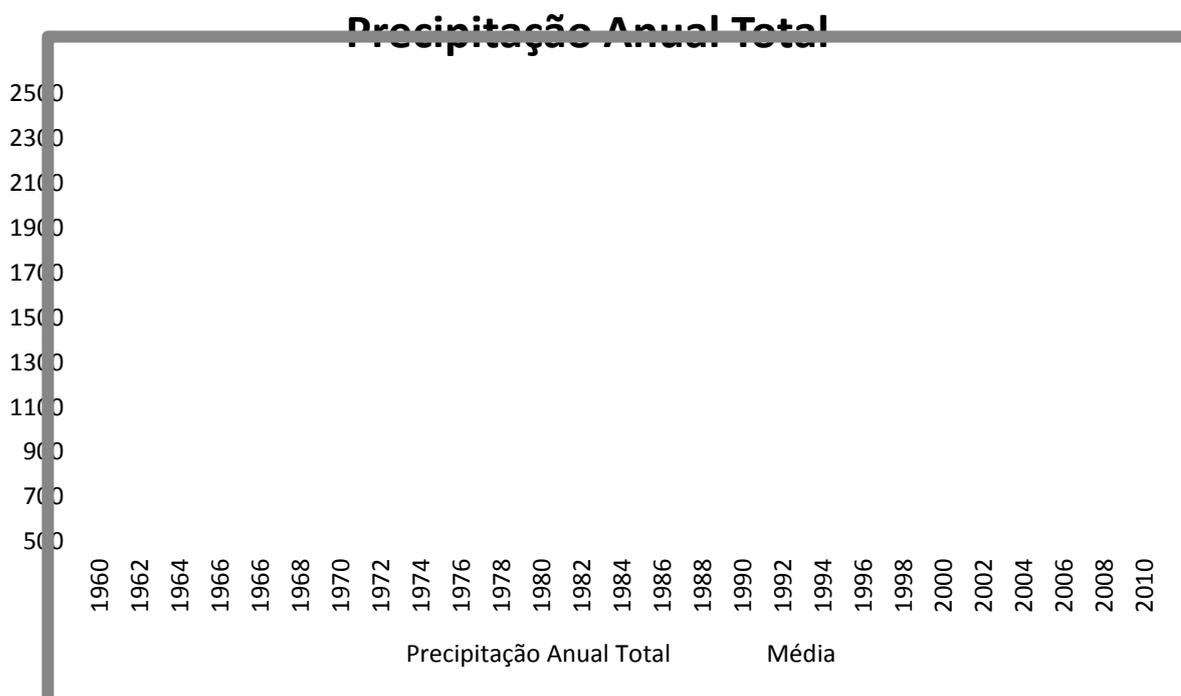
A discussão ainda pode ser prematura, sobretudo à luz do comentário já expresso anteriormente sobre a possibilidade dos dados dificultarem a identificação de padrões em razão de constituírem-se uma média das diárias em um mês e uma média anula das médias mensais, entretanto, ainda que essa ressalva seja relevante forçando inclusive uma revisão da questão a partir de uma análise ocupada com os períodos diários e seus extremos térmicos, não invalidam por completo o entendimento de que se assiste nesse caso – temperaturas mínimas – há um processo de aquecimento devido a elevação das temperaturas mínimas ao longo dos anos, sobretudo nos últimos dezenove anos.

Encerrando o elenco de variáveis atmosféricas analisadas, o gráfico e tabela 4 apresentam os dados de precipitação para a área de estudo. Neles mantém-se a permanente oscilação sem uma manifestação de fases distintas como àquelas observadas nas temperaturas máximas.

O ritmo da precipitação na área de estudo mantém uma constante oscilação que não permite a delimitação clara de períodos, destacando-se na série analisada os anos de 1963 com o pico mínimo de apenas 747,6 mm e de 1983 com o máximo de 2.357 mm.

Segundo é possível observar, os dois picos distanciam-se dos demais isolando posições extremas que acusam um possível momento diferenciado que a extensão temporal da série de anos considerada não permite identificar período de retorno. Pelos dados obtidos, nenhum ano menos chuvoso alcançou patamar inferior a 1.100 mm e nenhum ano úmido chegou a um índice superior a 2.100 mm, confirmando que os anos de 1963 e 1983 vivenciaram situações atípicas.

Gráfico 4 – Precipitação Anual entre 1960 e 2010 em mm



Fonte: Cooxupé (2012)

Os picos que acusam precipitação abaixo da média prevalecem sobre aqueles que descrevem índice acima da média. O atenuante nesse processo encontra-se nos índices que esses anos menos chuvosos acusaram, pois, como já foi mencionado, apenas em 1963 o índice ficou abaixo de 1.100 mm.

Ainda é prematuro para sugerir que esses dados estejam sinalizando uma tendência de acomodação do índice pluviométrico na área de estudo em parâmetros ligeiramente situados abaixo da média atual; todavia, a persistir esse tipo de manifestação por um período maior de tempo, novas análises devem ser realizadas com o propósito de averiguar o fenômeno e verificar se essa acomodação atmosférica num novo patamar está de fato se efetivando.

Tabela 4 – Precipitação Anual entre 1960 e 2010 em mm

Anos	Temperatura	Desvio Padrão	Anos	Temperatura	Desvio Padrão
1960	1700	134,8848	1985	1103	-462,1152
1961	1246,7	-318,4151	1986	1739	173,8848
1962	2044,2	479,0848	1987	1917	351,8848
1963	747,6	-817,5152	1988	1457	-108,1152
1964	1453,3	-111,8152	1989	1467	-98,1152
1965	1689,2	124,0848	1990	1265	-300,1152
1966	1598,2	33,0848	1991	1652	86,8848
1967	1493,3	-71,8152	1992	1656	90,8848
1968	1120,6	-444,5152	1993	1178	-387,1152
1969	1428,1	-137,0152	1994	1267	-298,1152
1970	1427,3	-137,8152	1995	1533	-32,1152
1971	1555,1	-10,0152	1996	1713,7	148,5848
1972	1684,6	119,4848	1997	1438,8	-126,3152
1973	1213,2	-351,9152	1998	1568,9	3,7848
1974	1640	74,8848	1999	1413,2	-151,9152
1975	1914	348,8848	2000	2032,8	467,6848
1976	2050	484,8848	2001	1365,9	-199,2152
1977	1513	-52,1152	2002	1216,6	-348,5152
1978	1715	149,8848	2003	1676,7	111,5848
1979	1439	-126,1125	2004	1573,1	7,9848

1980	1882	316,8848	2005	1135,06	-430,0552
1981	1607	41,8848	2006	1154,2	-410,9452
1982	1907	341,8848	2007	1384,83	-180,2852
1983	2357	791,8848	2008	1479,7	-85,4152
1984	1148	-417,1152	2009	2029,67	464,5548
1985	1103	-462,1152	2010	1265,2	-299,9152

Fonte: Cooxupé (2012)

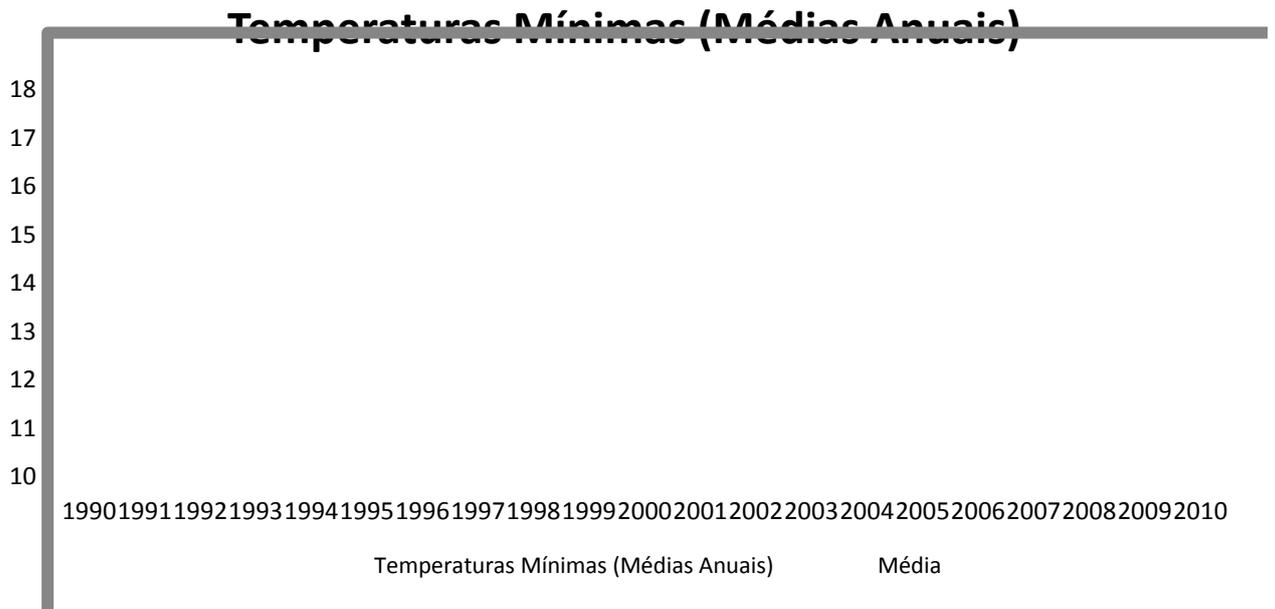
VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E PRODUÇÃO CAFEIEIRA

Uma vez que a série de dados climatológicos oferecida pela Cooxupé é mais extensa que a série de anos da produção cafeeira disponibilizada pelo IBGE, faz-se necessária uma análise diferenciada focando o hiato de tempo abrangido pela menor para assim estabelecer uma base coerente que seja compatível para estudar uma possível correlação entre o comportamento atmosférico e o desempenho da atividade agrícola em questão.

Atentando para esse objetivo, um recorte é feito nos gráficos de temperatura e precipitação com o propósito de destacar a série de dados relativos ao período 1990-2010 (Gráficos 5, 6 e 7), permitindo assim que uma analogia seja feita com a série de dados relativa à produção cafeeira (Gráfico 1).

Segundo foi possível observar no Gráfico 1, a produção cafeeira registrada para o período carece de credibilidade, pois, dificilmente a produção acusado nos diversos anos alcançaria o mesmo valor, sobretudo em se tratando de um processo que ainda não é controlado pelo homem.

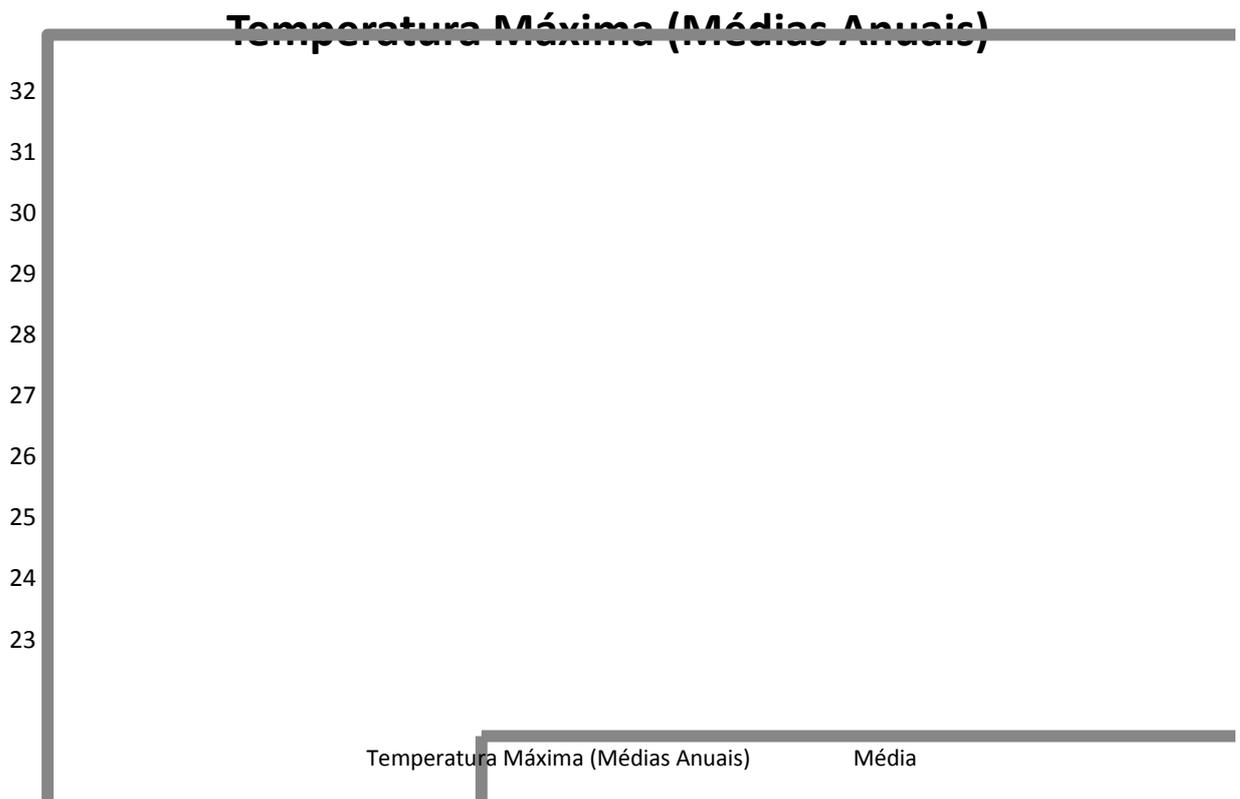
Gráfico 5 – Temperaturas Mínimas Médias entre 1990 e 2010 em °C



Fonte: Cooxupé (2012)

Não obstante a isto, esses são os únicos dados oficiais disponíveis para análise e por isso serão utilizados ainda que venham a comprometer o estudo, pois se espera que os anos que se encontram fora dos períodos identificados entre 1997-1998 e 1999-2002 estejam afinados com a realidade obtida junto aos cafeicultores.

Gráfico 6 – Temperaturas Máximas Médias entre 1990 e 2010 em °C



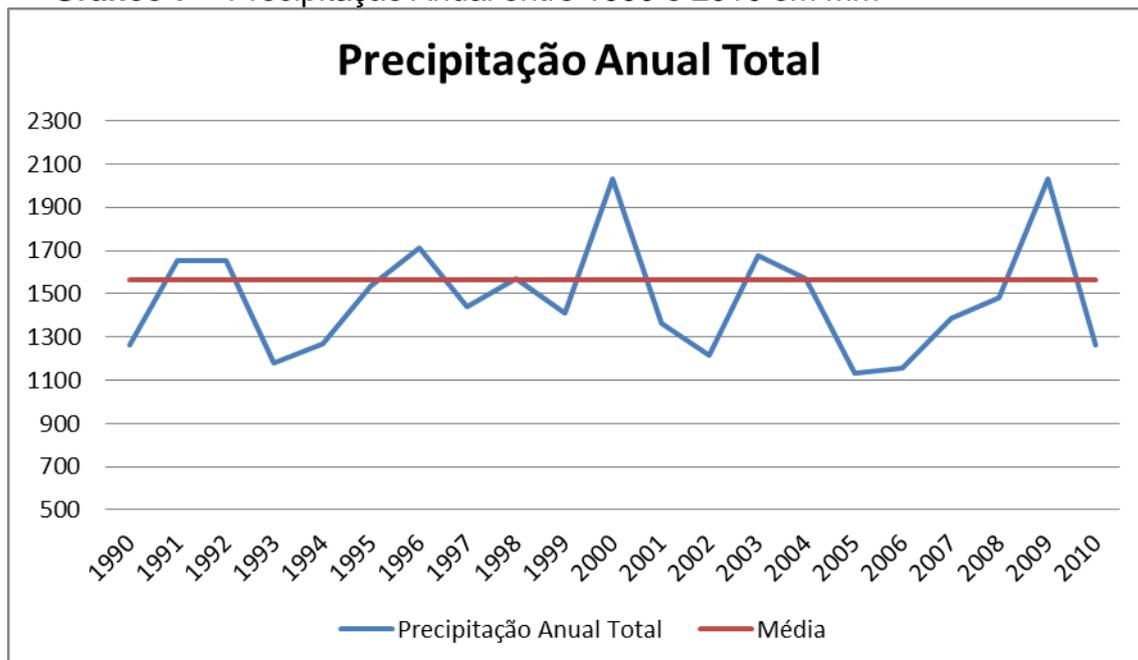
Fonte: Cooxupé (2012)

Segundo é possível observar, ainda que os dados de produção estejam comprometidos, é possível verificar que entre 1990 e 1992 a média das temperaturas mínimas se mantém relativamente inalterada e a produção acusa um pequeno aumento de produtividade. Em 1993 quando as médias térmicas consideradas caem expressivamente, identifica-se um processo de queda na produção cafeeira. No ano de 2007 o pequeno aumento nas médias das temperaturas mínimas é correspondido por uma queda pronunciada da produção cafeeira. Fato que se repete em 2009.

Como o intervalo de vinte anos encontra-se comprometido, não é possível assegurar tenazmente que a produção cafeeira tenha sido influenciada significativamente pela oscilação das temperaturas mínimas ao

longo do período; no entanto, é possível acumular essa informação para posterior análise a partir do momento em que uma série de dados agrícolas seja crível e apresente comportamento semelhante – pelo menos para os anos mencionados.

Gráfico 7 – Precipitação Anual entre 1990 e 2010 em mm



Fonte: Cooxupé (2012)

Em relação à média das temperaturas máximas, observa-se que entre 1990-1992 ela mantém-se relativamente constante e a produção acusa uma regularidade com tendência de alta. Em 1993 o ganho na média térmica é correspondido por uma queda na produção cafeeira. Após o período de dados agrícolas comprometidos, verifica-se em 2003 uma queda significativa na média térmica e na produção. Por fim, registra-se uma regularidade na média térmica entre 2007-2010 que não encontra resposta na produtividade que

apresenta uma oscilação sem padronização.

Os gráficos de precipitação e produção para o período apontam para algumas questões; entre 1990-1992 o pequeno ganho na precipitação é acompanhado pela regularidade da produção com tendência de alta. Em 1993 a queda instala-se nas duas variáveis. No ano de 2003 o ganho de precipitação é correspondido pela queda da safra. No binômio 2005 e 2006 a queda na precipitação é confrontada pelo ganho na produtividade agrícola. Em 2007 o aumento da precipitação é acompanhado pela diminuição da safra, enquanto que em 2008 o aumento da precipitação é compartilhado pelo aumento da produção. O ano de 2009 assiste a uma elevação significativa no índice pluviométrico e correspondente queda na produção cafeeira, algo que se inverte no ano seguinte – 2010.

CONCLUSÕES

Ao final desta pesquisa é possível redigir algumas palavras sobre o trabalho desenvolvido (metodologia aplicada, objeto de estudo), variáveis atmosféricas e o desempenho da lavoura cafeeira, e, pesquisa científica, mesmo que as mesmas não esgotem as argumentações que poderiam ser feitas.

Em relação à pesquisa científica, é possível constatar que o comprometimento dos dados analisados impede o desenvolvimento de um estudo e pode inclusive conduzi-lo a resultados indesejados.

Infelizmente a realidade dos órgãos públicos brasileiros dificulta o desenvolvimento da pesquisa científica no país pela qualidade dos dados que

disponibiliza sobre o objeto que cuidaram em estudar e acumular informações.

Essa situação precisa ser urgentemente corrigida no país para garantir o desenvolvimento da pesquisa e o planejamento das ações do Estado em busca da otimização de sua atuação sob o território nacional.

Se por um lado a disponibilização de recursos para a pesquisa é uma conquista que deve continuar a ser ampliada, o registro dos dados coletados deve ser implementado com a maior seriedade possível, pois se constitui a base sob a qual muitos estudos acabam apoiando-se.

Não obstante a fragilidade dos dados disponibilizados pelo IBGE é possível reconhecer no objeto de estudo dessa pesquisa – relação entre o comportamento das variáveis atmosféricas e a produção da lavoura cafeeira na área de estudo – um excelente campo para a prática da pesquisa e a busca de novos conhecimentos.

Pelo que foi possível observar, ainda que a magnitude dos dados e variáveis manipulados não permitiu um aprofundamento das análises, sinalizam para o entendimento de que esse é o caminho para o planejamento das atividades agropecuárias e o entendimento pleno dos padrões que se encontram estabelecidos na atmosfera terrestre.

Fica claro que tanto a temperatura como a precipitação são compostas por uma gama considerável de elementos que demanda tempo e recursos para uma análise profunda e cabal, sobretudo quando são avaliadas em conjunto sob suas mais variadas manifestações – extremos de calor e frio ou umidade e seca.

Uma compreensão clara da articulação que os extremos dessas

variáveis estabelecem entre si e entre elas influenciando o desempenho das atividades agropecuárias é o caminho para a elaboração de um planejamento eficaz que conduza essas atividades no caminho da eficiência colaborando com a diminuição da interferência antrópica no espaço.

Em razão disto, está claro que a metodologia de Análise Rítmica proposta por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro apresenta-se como o melhor caminho para a compreensão do papel que as variáveis atmosféricas exercem sobre as atividades agropecuárias ao longo do tempo.

Ao longo do estudo desenvolvido foi possível identificar na tabulação dos dados atmosféricos e cafeeiros como essa metodologia favorece o entendimento da relação que existe entre a atmosfera e as atividades agropecuárias, bem como da volatilidade padronizada que rege o comportamento da temperatura e precipitação ao longo do tempo nas diferentes porções do espaço terrestre.

Diante disto, entende-se que novos estudos devem ser desenvolvidos aplicando essa metodologia de pesquisa com vistas ao propósito de avançar nesse conhecimento ao ponto de adquirir uma plena compreensão do comportamento da atmosfera numa determinada unidade do espaço e assim verificar suas influências sobre a paisagem e suas tendências – processos em andamento, inclusive mudanças climáticas.

Obviamente esse caminho terá suas armadilhas e dificuldades, no entanto, o exercício da pesquisa auxiliará na superação das mesmas, assegurando, por conseguinte, toda relevância que tal sua contribuição proporcionará para esse campo do conhecimento e o planejamento das ações

antrópicas no espaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Íara R. N. **Algumas considerações sobre mudanças climáticas e eventos atmosféricos severos recentes no Brasil**. Depto. de geografia-IGCE/UNESP. Presente na revista CLIMEP- vol.1 nº1, 2006;

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.5, p.717-726, 2001;

BIETO, J.A.; TALON, M. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. Madrid: Interamericana; McGraw-Hill, 1996. p.537-553;

BRAGANZA, K.; Karoly, D. J.; Hirst, A. C.; Mann, M. E.; Stott, P.; Stouffer, R. J.; Tett, S.F.B. Simple indices of global climate variability and change: Part I – **variability and correlation structure**, **Climate Dynamics**, v.20, n.5, p.491-502, 2003;

CARAMORI, P.H.; CAVIGLIONE, J.H.; WREGE, M.S.; GONÇALVES, S.L.; FARIA, R.T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; SERA, T.; CHAVES, J.C.D.; KOGUSHI, M.S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.486-494, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola;

CENTRO de Pesquisas meteorológicas e Climáticas aplicadas a Agricultura (CEPAGRI). Disponível em www.cpa.unicamp.br/ - acessado em 17 de fevereiro de 2012;

COOXUPÉ – Cooperativa de Cafeicultores. Serviços, disponível em www.cooxupe.com.br/index.php/servicos/meteorologia.html - acessado em 13 de fevereiro de 2012;

CUNHA, D. G. F. & VECCHIA, F. - As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática - **Ciência e Natura**, UFSM, 29 (1): 137 - 149, 2007;

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, v.70, p.25-34, 1995.

ELIAS, Denise - **Globalização e agricultura: a região de Ribeirão Preto – SP**. São Paulo: Edusp, 2003;

FREDERICO, Samuel - **O Novo Tempo do Cerrado: Expansão dos Fronts Agrícolas e Controle do Sistema de Armazenamento de Grãos**. 2009. 273 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009;

FREDERICO, Samuel - **As cidades do agronegócio nos fronts agrícolas**

brasileiros. Inédito, 2010;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010 disponível em www.ibge.gov.br – acessado em 17 de fevereiro de 2012;

LIU, W.T.H.; LIU, B.W.Y. **Comparação entre três modelos de previsão de safra de café no Estado de Minas Gerais**. Ciência e Cultura, v.40, p.801-807, 1988;

MARENGO, J. A., Nobre, C. A., Salati, e Ambrizzi, T, - Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI: **sumário técnico**. Brasília, DF: MMA, SBF, DCBio. 50, 2007;

MONTEIRO, C. A. F. - Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento – conjecturas sobre o caso brasileiro – IGEOG-USP – **Climatologia** nº. 10, São Paulo, 1981;

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

_____ - 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. São Paulo, Universidade de São Paulo USP/Instituto de Geografia, **Série Teses e Monografias**, 1. 1969;

PINTO, H. S. - **Jornal da Unicamp**. Edição nº 463, 24/05 a 06/06 de 2010 – em:
http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/maio2010/ju463_pag0607.php
-. Acesso em 8 abril de 2011;

PINTO, S.A.; ASSAD, E.D.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Cap. I Cd-Rom;

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.495-500, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola;

PINTO, H. S.; ZULLO Jr., J.; ZULLO, S. A. **Oscilações pluviométricas temporais no E. S. Paulo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió. Anais... Maceió: Soc. Bras. Agrometeorologia, 1989, p. 29-33;

RAMOS, S. F. - **Uso do território brasileiro e sistemas técnicos agrícolas: a fruticultura irrigada em Petrolina (PE) / Juazeiro (BA)**. São Paulo: Dissertação de Mestrado, FFLCH/USP, 2001;

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. **Zoneamento agroclimático do cafeeiro (Coffea arabica L.) para o Estado de Minas**

Gerais. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, p.501-509, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola;

SENTELHAS, P. C., PEREIRA, A. L. **Meteorologia Agrícola.** Piracicaba ESALQ, 2000. 172p.;

SIQUEIRA, O. J. F. de; FARIAS, J. R. B. de; SANS, L. M. A. Potential effects of global climate change for brazilian agriculture: applied simulations studies for wheat, maize and soybeans. In: ROSENZWEIG, C., IGLESIAS, A. (org.). **Implications for climate change for international agriculture: crop modeling study.** Washington, DC: EPA, p. 117-135, 1994a.;

SIQUEIRA, O. J. F. de; FARIAS, J. R. B. de; SANS, L. M. A. Potential effects of global climate change for brazilian agriculture and adaptative strategies for wheat, maize and soybean. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 115-129, 1994b.;

SILVA, V. de P. R.; Sousa, F. A. S.; Cavalcanti, E. P.; Souza, E. P.; Silva, B. da B. da. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v.68, n.1, p.781-792, 2006;

TAVARES, A. C. - Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **R. Geografia** . Rio Claro, v.1, n.1, p.79-87, 1976;www.ibge.com.br – acessado em 18 de agosto de 2012;

VICENTE, J.R.; CASER, D.V.; CAMARGO, A.M.M.P.; OLIVETTI, M.P.A.; PIVA, L.H.O. Comparações entre dados dos censos agropecuários e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, v.37, p.97-104, 1990; e

ZAVATTINI, J. A. - A produção brasileira em climatologia: o tempo e o espaço nos estudos do ritmo climático. **Terra Livre** 20: 65-100. São Paulo, 2003.