

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - MG**

Instituto de Ciências da Natureza  
Curso de Geografia – Bacharelado

**TALYTHA ACCIOLY SIMÕES COELHO**

**A CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO,  
SP: UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA**



Alfenas - MG

2014

**TALYTHA ACCIOLY SIMÕES COELHO**

**A CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, SP:  
UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA**



Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de **Bacharel** 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  
2014

‘É nossa tarefa ensaiar uma teoria social do espaço geográfico, no qual justiça e liberdade sejam nossas buscas permanentes. Uma geografia da vida e da liberdade, como sabedoria infusa...’ (SILVEIRA, M.L.)

Dedico à minha família, amigos e aos  
que me ajudaram na realização desse  
trabalho

## **AGRADECIMENTOS**

Esse período que passei em Alfenas foi essencial para meu crescimento e aprendizado, sou eternamente grata a Universidade Federal de Alfenas por me oferecer subsídios para a concretização dessa conquista;

Agradeço a minha mãe Cristina e ao meu pai Ricardo por me darem educação e a liberdade suficiente de escolher meu próprio destino, vocês são o maior exemplo! Obrigado também aos meus avós que são a base e que demonstram os sentimentos de amor, orgulho e compreensão;

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza pelo apoio e companheirismo ao longo de todo esse processo;

Aos amigos que sempre me apoiaram e possibilitaram que esses quatro anos em Alfenas fossem os mais incríveis e prazerosos, muito obrigado por fazerem parte da minha vida!

Agradeço aos professores pela dedicação, suporte e compreensão, vocês são a expiração das atuais e futuras conquistas.

Para chegar até aqui, contei com a ajuda de muitos familiares, amigos, colegas, professores, é impossível citar todos. Obrigado a todas as pessoas que, de alguma forma, me ajudaram a concluir essa linda etapa da minha vida.

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

<b>Figura 1</b> - Localização do Município de Rio Claro-SP .....	11
<b>Figura 2</b> - Zoneamento agroclimático para o setor sucroalcooleiro .....	13
<b>Figura 3</b> - Representação das fases fenológicas da cana-de-açúcar .....	15
<b>Figura 4</b> - Área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Rio Claro-SP em 2003 ..	21
<b>Figura 5</b> - Área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Rio Claro-SP em 2013 ..	22
<b>Gráfico 1:</b> Área cultivada com cana-de-açúcar por classe (2003 a 2013) .....	22
<b>Gráfico 2:</b> Precipitação entre 1991 e 2010 .....	23
<b>Gráfico 3:</b> Temperaturas máximas anuais entre 1991 e 2010 .....	24
<b>Gráfico 4:</b> Temperaturas mínimas anuais entre 1991 e 2010 .....	25
<b>Gráfico 5:</b> Temperatura máxima média anual entre 1991 e 2010 .....	26
<b>Gráfico 6:</b> Temperaturas Mínimas médias anuais entre 1991 e 2010 .....	27
<b>Gráfico 7:</b> Produção da Lavoura Canavieira Toneladas/Hectare entre 1991 e 2010 .....	28
<b>Gráfico 8:</b> Precipitação anual segundo a metodologia de Sant'Anna Neto(1995) .....	30
<b>Gráfico 9:</b> Precipitação anual segundo metodologia de Braido & Tommaselli(2010) ....	31
<b>Tabela 1:</b> Precipitação total entre 1991 e 2010 .....	23
<b>Tabela 2:</b> Temperatura Máxima de cada ano entre 1991 e 2010 .....	24
<b>Tabela 3:</b> Temperatura Mínima de cada ano entre 1991 e 2010 .....	25
<b>Tabela 4:</b> Temperatura Máxima média de cada ano entre 1991 e 2010 .....	26
<b>Tabela 5:</b> Temperatura Mínima média de cada ano entre 1991 e 2010 .....	27
<b>Tabela 6:</b> Produção da Lavoura Canavieira Toneladas/Hectare entre 1991 e 2010 .....	28

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2- ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>11</b>
<b>3- PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>12</b>
<b>4- CLIMA E OSCILAÇÕES ATMOSFÉRICAS .....</b>	<b>16</b>
<b>5- METODOLOGIA UTILIZADA .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1- Materiais .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2- Métodos .....</b>	<b>18</b>
<b>6- ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>6.1- A expansão da cana de açúcar no município .....</b>	<b>21</b>
<b>6.2- Análise Comparativa dos Dados .....</b>	<b>23</b>
<b>7- CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>

## **RESUMO**

Tanto a temperatura como a precipitação possuem destacada importância para o desenvolvimento das plantas e para o encadeamento das ações planejadas para a obtenção da colheita final; em razão disto, quando apresentam oscilações que fogem a habitualidade do clima local de uma área, acabam por ocasionar perdas em razão das perturbações que causam sobre as plantas, sobretudo quando alcançam extremos danosos ao seu desenvolvimento. Com o agravamento das mudanças climáticas estas oscilações podem tornar-se mais frequentes, demandando dos agricultores estratégias preventivas que mitiguem o dano causado as suas plantações, permitindo que sejam desenvolvidas independentemente das transformações em curso na atmosfera do planeta. Algumas porções do território brasileiro possuem uma forte expressão do setor agropecuário; e, essa tem sido a condição da Mesorregião de Piracicaba onde o cultivo da cana provoca uma organização econômica local que se confunde com a rotina urbana uma vez que boa parte dos serviços oferecidos ao campo encontra-se instalados na área urbana dos municípios gerando empregos e incrementando sua economia. Sob esse entendimento, esta pesquisa é desenvolvida estudando algumas variáveis climatológicas – temperatura e precipitação – ao longo das últimas décadas e buscar entender e calcular os Anos Padrões, além de discutir a expansão canavieira no município de Rio Claro-SP.

**PALAVRAS-CHAVE:** anos-padrão, cana-de-açúcar, clima, precipitação e temperatura.

## **1- INTRODUÇÃO**

Com maior frequência, sobretudo a partir dos eventos ocorridos nas últimas décadas, os problemas ambientais e as mudanças climáticas vêm sendo considerados como empecilhos para um maior desenvolvimento econômico das diversas nações, principalmente naquelas classificadas como em vias de desenvolvimento ou subdesenvolvidas.

De acordo com André (2006), o clima e sua variabilidade são fatores importantes na configuração do espaço geográfico, ou seja, na composição do meio ambiente, disponibilidade dos recursos naturais e nas características sócio-econômicas.

Estabelecendo a abrangência das implicações climáticas pelo globo, Castro (1993, p.35) menciona que “A atuação das forças endógenas e exógenas juntas e em operação,



determinam toda a existência e toda a dinâmica do meio biótico e abiótico da superfície terrestre.” E obviamente, isso também diz respeito à prática agrícola, pois nela encontram-se articuladas diferentes variáveis naturais.

Ciente desta relevância, Alexander Mueller, Subdiretor-Geral da FAO para os Recursos Naturais, durante os trabalhos da terceira Conferência Mundial sobre Clima (CMC-3), que decorreu entre 31 de Agosto e 4 de Setembro, em Genebra (<http://www.unric.org/pt/actualidade/25796>) enfatiza o impacto exercido pelo clima sobre as atividades antrópicas mencionando que “Desde os anos 1950, os custos econômicos das catástrofes naturais, incluindo os fenômenos climáticos extremos, multiplicaram-se por catorze na agricultura”.

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. A elevação da temperatura provocada pela alta emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE's), mesmo sendo pequena – elevação ao redor de 1°C a 2°C – pode, por exemplo, ocasionar significativas perdas nas produções agrícolas e modificar o quadro econômico que se encontra estabelecido.

Como, “o clima, num determinado local, é a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual” (SORRE, 1984, p.32). Necessita-se que os dados térmicos e pluviométricos de uma série de anos de um determinado lugar sejam conhecidos para que se possa desenvolver sua análise rítmica.

Esse ritmo está relacionado com a parte dinâmica, estados atmosféricos, como também com a espacial, delimitando áreas e épocas de melhor aproveitamento produtivo.

Em razão de o clima ser tão complexo e sujeito a mudanças naturais e humanas, a sociedade ainda está tateando na compreensão do seu funcionamento, por isso fazem-se necessários estudos mais abrangentes e específicos para que seja alcançado um patamar mínimo de preparo na tentativa de serem diminuídos os efeitos colaterais de suas diversas manifestações, sobretudo quando atingem ao homem e o conjunto de suas atividades econômicas, principalmente sua produção agropecuária.

Diante da importância que as atividades agropecuárias possuem – alimento, energia e riquezas; e da dependência que apresentam frente ao comportamento atmosférico, Valentini (2011) discutindo o desempenho desse setor durante o Workshop Internacional de Mudanças

Climáticas ocorrido em outubro de 2011 na cidade de Campinas no interior de São Paulo, expande sua relevância mencionando que a agricultura também é responsável por questões abrangentes e estratégicas como a estabilidade social e a qualidade de vida de uma população, por isso, independente do tipo de cultivo, toda e qualquer iniciativa de otimização da produção agrícola é muito bem vinda.

Uma das produções agrícolas mais significativas no Brasil é a cana de açúcar, pois, além de produzir um destacado produto para consumo alimentício – açúcar, destaca-se ainda na produção alternativa de combustível – etanol, contribuindo com a substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis.

Nesse aspecto, segundo menciona Aguiar (2005, p. 231),

*“Metade da produção de açúcar é exportada e gera mais de 2 bilhões de dólares anualmente para a balança comercial brasileira. Mais de 5 milhões de hectares de cana são cultivados no Brasil em duas regiões distintas: Centro-Sul e Norte-Nordeste.*

*O estado de São Paulo é o principal produtor nacional de cana-de-açúcar, sendo responsável por aproximadamente 60% de toda produção de cana, álcool e açúcar e por 70% das exportações.”*

A cana de açúcar necessita de calor e umidade para uma boa produtividade. Freitas (2007) explica que mensalmente as temperaturas médias devem ficar entre 30°C a 34°C para favorecer o acúmulo de açúcar; abaixo de 20°C o crescimento é muito lento; acima de 35°C também é lento, e além de 38°C o crescimento é nulo. A umidade em excesso compromete a produtividade e a falta de chuva provoca a morte da planta, o ideal é que durante o crescimento da planta a umidade esteja entre 80 e 85%, fator que favorece o alongamento rápido da cana. Durante o amadurecimento a umidade deve ficar entre 45 e 65%, favorecendo o acúmulo de açúcar na cana. Nesse aspecto, qualquer mudança ou alteração do padrão climático pode trazer perdas.

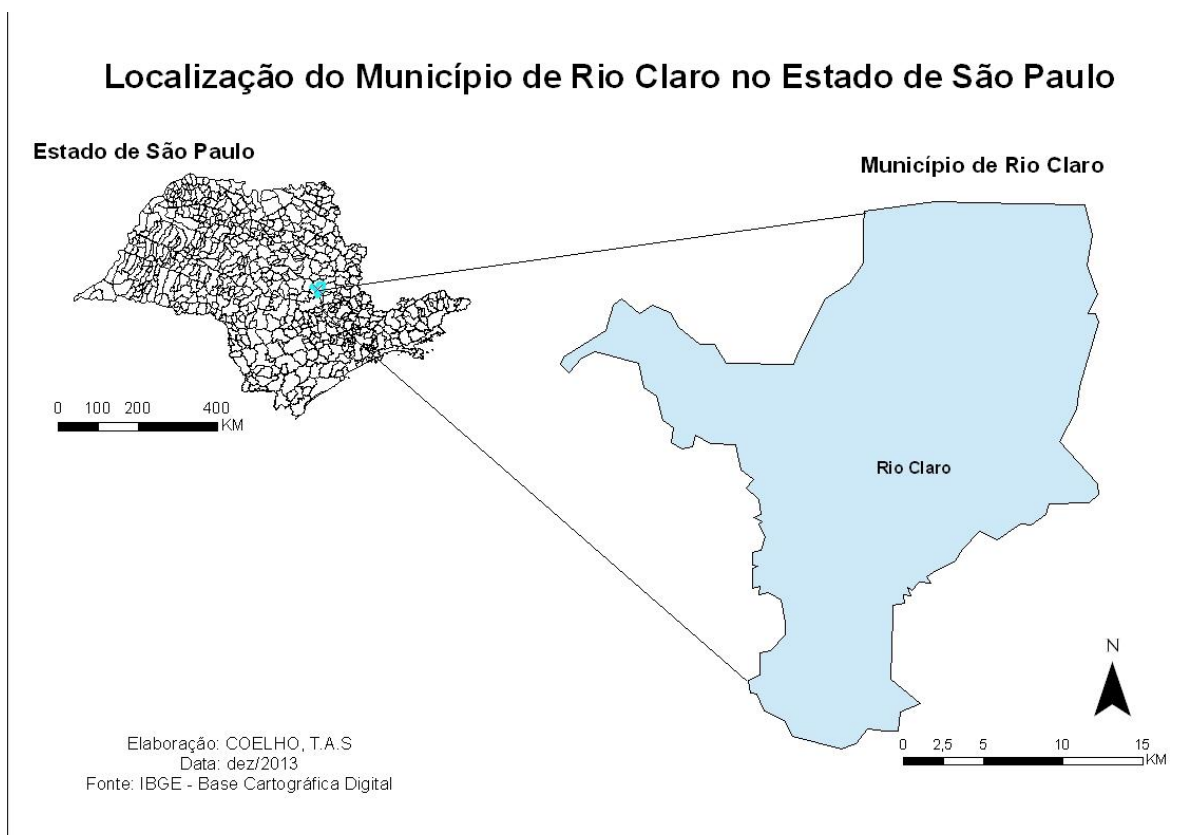
Atentando para esse embasamento e para a relevância da questão, o estudo do desempenho da atividade canavieira numa determinada porção do território paulista especializada no cultivo e moagem da cana de açúcar, a saber o município de Rio Claro.

Assim, diante da relevância que a cultura canavieira possui no bojo das atividades agropecuárias brasileiras e da demanda que existe por pesquisas que apoiem e colaborem com a eficiência desse cultivo, essa pesquisa estará organizada de forma a avaliar a relação que

existe entre as condições climáticas de uma determinada porção do território paulista – área de estudo – e a produtividade das lavouras de cana durante um determinado período de tempo, buscando identificar desta maneira como as oscilações atmosféricas tem impactado esse cultivo. O lapso de anos utilizado facilitará a identificação de anos padrão para os eventos climáticos e a conseqüente delimitação de extremos térmicos e pluviométricos, sinalizando inclusive para a visualização de possíveis períodos de retorno para os mesmos.

## 2- ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se encontra no encontro das coordenadas 22°24'39" de latitude Sul e 47°33'39" de longitude Oeste, no município de Rio Claro. A cidade localiza-se na mesorregião de Piracicaba, no centro-leste do Estado de São Paulo, com uma área de 1.498, 008 km<sup>2</sup>, sendo a população urbana na ordem de 97% e a rural 3%, num total de 186.299 hab. (IBGE/2010).



**Figura 1** – Localização do Município de Rio Claro-SP

O município apresenta altitudes que vão de 500 a 725 metros. O ponto mais alto está localizado na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade. Os rios que abastecem a cidade são o Corumbataí e o Ribeirão Claro; o município ainda é cortado pelos rios Passa Cinco e Cabeça. O principal córrego que corta a área urbana é o córrego da Servidão, canalizado no trecho da Avenida Visconde do Rio Claro (PREFEITURA MUNICIPAL, 2002). Segundo o Centro de Pesquisas Agropecuárias da UNICAMP o clima da cidade é o tipo Cwa de acordo com a classificação de Köppen – clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. Tavares & Silva (2008, p. 6) classificam o clima local como Tropical com precipitações concentradas nas estações de primavera e verão. As temperaturas médias anuais estão entre 18,1° e 20,9°C com uma pluviosidade de 1.476,1mm anuais.

Rio Claro faz limite com os municípios de Piracicaba, Leme, Corumbataí, Charqueada, Araras, Santa Gertrudes, Ipeúna, Iracemápolis e Itirapina.

A região destaca-se como sendo um dos maiores pólos ceramista do Brasil; a produção agrícola também é de expressiva importância, destacando-se nessa o cultivo da cana de açúcar.

### **3- PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E CANA-DE-AÇÚCAR**

De acordo com DIEESE (2007), “Atualmente, a cana-de-açúcar ocupa, no País, mais de 7 milhões de hectares. O setor sucro-alcooleiro fatura R\$40 bilhões por ano, direta e indiretamente, gerando mais de 3,6 milhões de empregos e reunindo cerca de 70 mil produtores”.

Com a expansão desse setor no decorrer destes últimos anos no estado de São Paulo, há um grande interesse em pesquisas relacionadas à suas exigências climáticas e demais necessidades adaptativas – solo, relevo, etc. Em face disto, estudar a ação do clima sobre o desempenho dessa cultura agrícola assume relevância para todo o setor.

Segundo Leite (2007), a cana-de-açúcar é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas como precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa e a insolação.

A cana de açúcar é uma gramínea (*Saccharum officinarum* L.), originária da Ásia, possui grande dependência do comportamento atmosférico para apresentar uma produtividade satisfatória, sobretudo nas épocas de plantio e colheita. Necessita de calor e umidade para uma boa produtividade.



**Figura 2:** Zoneamento agroclimático para o setor sucroalcooleiro  
**Fonte:** CIIAGRO –SP (2012)

A cana é considerada uma planta do tipo C4, desta forma com alta eficiência fotossintética e por isso, quanto maior a captação de luz solar (intensidade luminosa), maior será a fotossíntese realizada pela cultura, e conseqüentemente maior o acúmulo de açúcares (BRUNINI, 2008).

Segundo Mozambani (2006) a cultura canvieira cresce na forma de touceiras divididas ao longo do terreno com a parte aérea formada por colmos, folhas, inflorescências e sementes, enquanto que a parte subterrânea que a fixa no solo é composta por raízes e rizomas.

As fases fenológicas da cana-de-açúcar são divididas em:

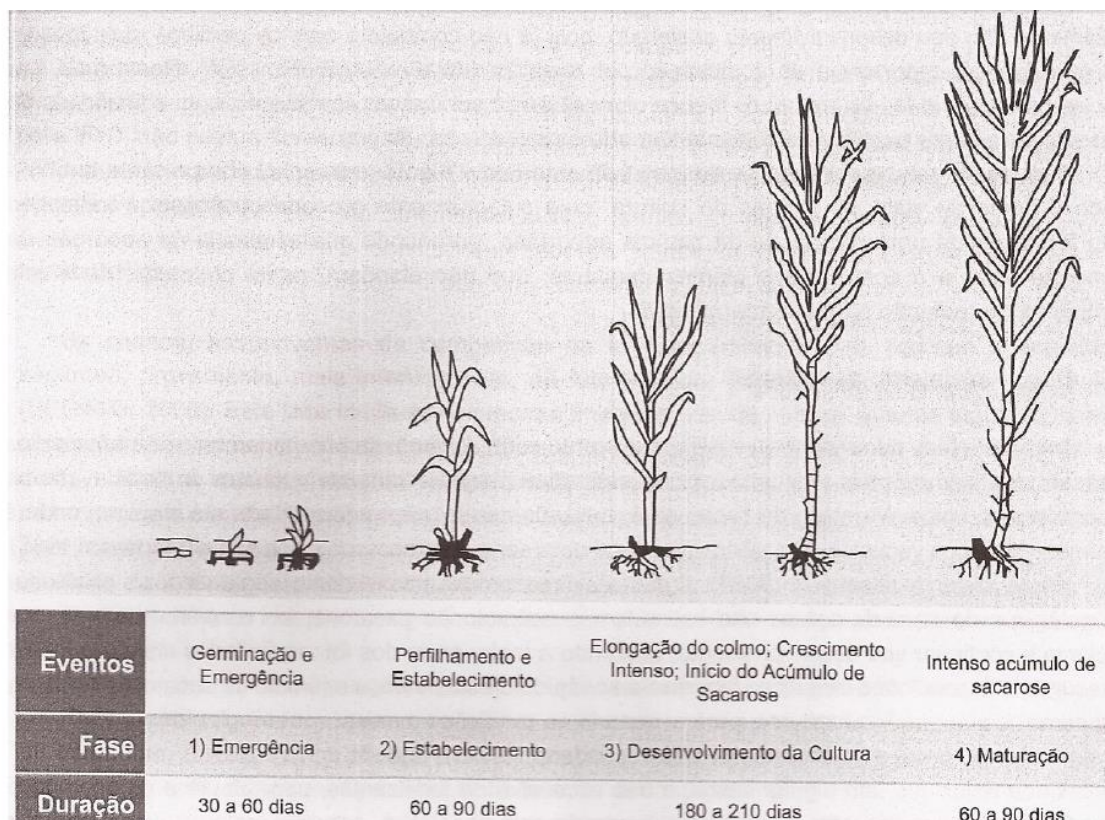
a) **Emergência:** vai da brotação à emergência das folhas. Começa entre 7 e 10 dias após o plantio, com duração entre 30 e 50 dias. Essa fase depende principalmente da umidade, aeração e temperatura do solo. Mesmo assim, a escassez de água não causa grandes perdas nessa fase, como ocorre na fase seguinte. (PARANHOS, 1987)

b) **Estabelecimento:** formação das raízes e emissão das folhas. Duração de 60 a 90 dias. Ocorre um evento muito importante que é o perfilhamento (ramificação subterrânea que dá origem aos brotos secundários). O perfilhamento responde às condições de temperatura e precipitação, com picos de produção entre meses de novembro e dezembro. Mas a falta de água pode comprometer o rendimento final da cultura, pela queda na produção de plantas (MACHADO, 1987).

c) **Desenvolvimento da cultura:** envolve os eventos de alongação do colmo; crescimento intenso e início do acúmulo de sacarose. Sua duração é de 180 a 210 dias. A ocorrência de florescimento depende das condições de umidade do solo, fotoperíodo e temperatura do ar. O florescimento normalmente ocorre no solstício de verão, com temperatura acima de 18°C e máximas abaixo de 31°C, sendo a formação da flor ocorre nos meses de fevereiro a abril e o florescimento nos meses de abril a junho. Sob condições climáticas favoráveis ao rápido crescimento, o acúmulo de sacarose é mínimo, mas quando as condições passam a restringir o desenvolvimento vegetativo, estimula-se o acúmulo de sacarose, dando início à maturação (IDEM, 1987).

d) **Maturação:** Essa fase inicia-se nos meses finais do ciclo da cultura, quando algum estresse ambiental, normalmente, a deficiência hídrica, a redução na irradiância solar ou frio, torna-se desfavorável ao desenvolvimento vegetativo da cultura. No Sudeste do Brasil o processo de maturação da cana-de-açúcar ocorre naturalmente no início do mês de maio, atingindo seu clímax no mês de outubro. As condições climáticas aí existentes, com gradativa queda da temperatura e diminuição das precipitações, até seca total no meio do ano, são determinantes neste processo (CARLIN, 2005)

Segundo Freitas (2007) o desempenho da lavoura canavieira fica favorecido se as temperaturas médias situarem-se entre 30°C a 34°C pois com esses índices fica favorecido o acúmulo de açúcar. Ainda segundo o autor se os valores estiverem abaixo de 20°C o crescimento da planta será muito lento, assim como se situar-se acima de 35°C. Além de 38°C o crescimento será nulo.



**Figura 3:** Representação das fases fenológicas da cana-de-açúcar

**Fonte:** Adaptado de Doorembos & Kassan (1979) e Gasho & Shih (1983)

Os plantios e as colheitas diferem de época entre os estados brasileiros. Em São Paulo o plantio é feito entre Outubro e Março, e a colheita entre Maio e Outubro.

A umidade excessiva compromete a produtividade e a falta de chuva provoca a morte da planta. As condições ideais para o desenvolvimento da planta recobram que durante seu crescimento a umidade esteja entre 80 e 85% para favorecer seu alongamento rápido. Durante o amadurecimento a umidade deve ficar entre 45 e 65%, favorecendo o acúmulo de açúcar. Nesse aspecto, qualquer mudança ou alteração do padrão climático pode trazer perdas no rendimento da lavoura, algo já observado por Carbonell & Messias (2011, p. 9) ao mencionarem que;

*“O Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC) apontam que os estresses abióticos, como a seca, podem reduzir significativamente os rendimentos das lavouras e restringir as latitudes e os solos onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas. Como consequência, o desemprego, as mudanças no zoneamento agrícola, o aumento no preço de alimentos e a instabilidade no mercado financeiro são somente algumas das consequências.”*

Novas questões e cenários devem ser consideradas no que diz respeito às culturas agrícolas, incluindo a cana-de-açúcar, destacando sua dependência frente às oscilações nos padrões climáticos que resultam em alterações na temperatura e na disponibilidade de água, pois, segundo afirmam Brunini et al (2011, p. 1), essa é a nova fonte de incertezas que se apresenta para a gestão da agricultura;

*“In the existing scenario of current agriculture management system and climatic standards, a new source of uncertainties must be taken into account; namely the temperature scenarios and water availability resulting from climate changes.”*

Por conta de ser um dos principais fatores que interfere na produção agrícola, o clima possui uma relação estreita com a produção das safras e conseqüentemente com o desempenho da economia desse setor, assumindo destacada importância para os países e regiões que se destacam no universo da produção agropecuária.

Sob essa ótica, entende-se toda a urgência que existe em aprofundarem-se as pesquisas sobre o comportamento atmosférico e sua interface com o desempenho das diversas atividades antrópicas, sobretudo, quando auxiliam o setor agropecuário – agricultura e pecuária que muitas vezes não possuem alternativas para lidarem com os eventos inesperados ou indesejados.

#### **4- CLIMA E OSCILAÇÕES ATMOSFÉRICAS**

Dentro do funcionamento da atmosfera e da distribuição de terras pelo planeta, observa-se que região possui uma característica agro-climática que aliada às condições do solo e do relevo estabelece uma situação diferenciada para a exploração agropecuária. Devido a isto e a escolha feita pela sociedade – produtores rurais – o interior do estado de São Paulo destaca-se na produção da cana de açúcar. Seu cultivo destina-se a alimentação e a produção de combustível, assumindo relevância na economia paulista.

Segundo 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”.



Para Santos (2005, p. 65) a compreensão do papel que o ritmo climático possui no planejamento e produção das safras, passa pelo entendimento de dois momentos do processo de produção agrícola; o primeiro refere-se à satisfação das necessidades hídricas das plantas (principalmente nos períodos em que a escassez de água é crítica) e, o segundo, pelo 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.

Assim, a compreensão do comportamento climático durante o ano e durante os anos permite uma avaliação do desempenho da safra canavieira na região de Rio Claro – Mesorregião de Piracicaba – 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), permitindo que seja verificada a condição atmosférica predominante durante os momentos importantes desta atividade agrícola para elucidação de sua oscilação de um ano para outro.

O estudo da dinâmica atmosférica nessa porção do território paulista permite que sejam identificadas as condições mais e menos favoráveis para o desempenho da lavoura canavieira.

Atentando para esta relação estreita que existe entre o clima e a atividade econômica, Monteiro (1981, 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.”

Obviamente o estudo da atmosfera da região seguirá pelos parâmetros metodológicos estabelecidos pela Climatologia Dinâmica iniciada no Brasil pelo geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Nela serão evidenciadas as tendências de comportamento atmosférico e o ritmo climático, cuidando em destacar todo o dinamismo que se apresenta ao longo de um ano e ao longo do período de anos considerados.

## **5- METODOLOGIA UTILIZADA**

Atentando para a aplicação do conhecimento em benefício da sociedade, a presente pesquisa foi desenvolvida procurando articular o estudo do desempenho da lavoura canavieira

com o comportamento atmosférico na área delimitada para estudo. Para tanto, recorreu aos seguintes materiais e métodos:

## **5.1- Materiais**

Dados: Foram utilizados os dados de produtividade de safra da região canavieira de Rio Claro nos últimos anos com suas informações periféricas ao objeto de estudo, mas, importantes para o delineamento da questão – área plantada. Também foram utilizados os dados climatológicos armazenados para essa mesma região, sobretudo temperatura e precipitação;

Hardware e Software: As tabulações e cálculos relevantes ao estudo recobram 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 facilitaram a geração de mapas e a construção de cenários no ambiente digital e utilização do software Arcgis 10.1 para confecção do mapa de localização.

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

## **5.2- Métodos**

Revisão Bibliográfica: As informações importantes para a pesquisa foram obtidas mediante a consulta de diversos autores que em suas publicações tenham discutidos aspectos pertinentes aos temas da pesquisa, destacando-se os estudos climatológicos e canavieiros;

Trabalho de Campo: Tarefa essencial para o geógrafo em suas pesquisas teve lugar nos momentos em que houve a necessidade de serem verificadas algumas informações espaciais. Refere-se ao trabalho do pesquisador em lidar diretamente com seu objeto de estudo durante o desenvolvimento de sua pesquisa, checando a veracidade das informações que obteve de outros autores em suas publicações, relatórios ou internet. Sendo assim, o pesquisador garante um contato direto com a realidade, permitindo uma análise acurada da localidade estudada e a minimização dos equívocos. Além disso, muitas informações e dados importantes para o

estudo puderam ser obtidos através do levantamento realizado pelo próprio pesquisador durante as coletas realizadas pelos limites da área de estudo;

Tabulação de Dados: 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 cana do período, permitindo assim uma comparação entre as condições favoráveis e produtividade;

Delimitação de anos padrão: a tabulação e análise dos dados climáticos foram feitas com o propósito de identificar os anos situados dentro da média geral obtida para o comportamento da temperatura e da precipitação, assim como para destacar os períodos que mais se afastam dessa média.

Um ano padrão é aquele em que o ritmo pluviométrico se situe próximo à média feita no local escolhido, por um período de pelo menos 30 anos (SOUZA, 1993), podendo ser considerada tanto a temperatura como a precipitação em suas manifestações habituais.

Na representatividade de anos-padrão é utilizada a técnica de valores percentuais segundo Sant'Anna Neto (1995), baseado em Monteiro (1971) em que estabelece categorias qualitativas para o comportamento da precipitação anual, considerando como:

a) anos secos: com pluviosidade excepcionalmente reduzida, quando os desvios negativos são maiores que 30% da média normal;

b) ano tendente a seco: com pluviosidade ligeiramente reduzida, com desvios negativos oscilando entre -30% e -15%;

c) ano normal: com pluviosidade normal, cujos desvios variam entre -15% e +15%;

d) Ano tendente a chuvoso: com pluviosidade ligeiramente elevada, com os desvios positivos oscilando entre 15% e 30%; e

e) Ano chuvoso: com pluviosidade excepcionalmente elevada, com índices positivos superiores a 30%.

A distribuição das chuvas é um dos mais importantes fatores para as produções agrícolas. A determinação dos anos extremos (chuvoso e seco), em uma dada série histórica de dados é importante porque ajuda a entender que medidas devem ser tomadas para a manutenção do bom rendimento dos cultivos.

A determinação dos anos extremos (chuvoso e seco) também foi realizada para toda a série histórica analisada através de procedimento proposto por Braido & Tommaselli (2010). Este procedimento define os anos extremos e os demais da seguinte forma: ano habitual; ano tendente a chuvoso; ano chuvoso; ano seco; ano tendente a seco. Onde  $P$  refere-se à precipitação de cada ano e  $\bar{P}$  refere-se à média pluviométrica durante o período de estudo (1991 a 2010) e  $\sigma$  se refere ao desvio padrão para esse mesmo período.

Desta forma, tem-se o seguinte conjunto de equações:

ano habitual 
$$\bar{P} - \frac{\sigma}{2} < P < \bar{P} + \frac{\sigma}{2}$$

ano tendente a chuvoso 
$$\bar{P} + \frac{\sigma}{2} < P < \bar{P} + \sigma$$

ano chuvoso 
$$P > \bar{P} + \sigma$$

ano seco 
$$P < \bar{P} - \sigma$$

ano tendente a seco 
$$\bar{P} - \sigma < P < \bar{P} - \frac{\sigma}{2}$$

Sob essa fundamentação, a pesquisa procurou relacionar o desempenho anual das safras canavieiras e as épocas de plantio e colheita com as variações climáticas ocorridas durante os anos escolhidos para análise do comportamento atmosférico – padrão climático – na área de estudo, buscando estabelecer uma correlação entre eles de maneira a identificar de maneira direta e concreta a influência exercida pela precipitação no desenvolvimento da lavoura canavieira, além de realizar uma breve discussão sobre a expansão da produção de cana-de-açúcar no município.

## 6- ANÁLISE DOS RESULTADOS

Devido à magnitude de dados e as opções de análise a partir da metodologia empregada, dividiu-se a apresentação dos resultados obtidos pela pesquisa em quatro partes; primeiro uma análise da expansão da cultura no município de Rio Claro no período de 10 anos (2003 e 2013); a outra os dados gerais (médias térmicas e precipitação anual) das variáveis atmosféricas são comparados com os índices anuais da safra; noutra é empregada à

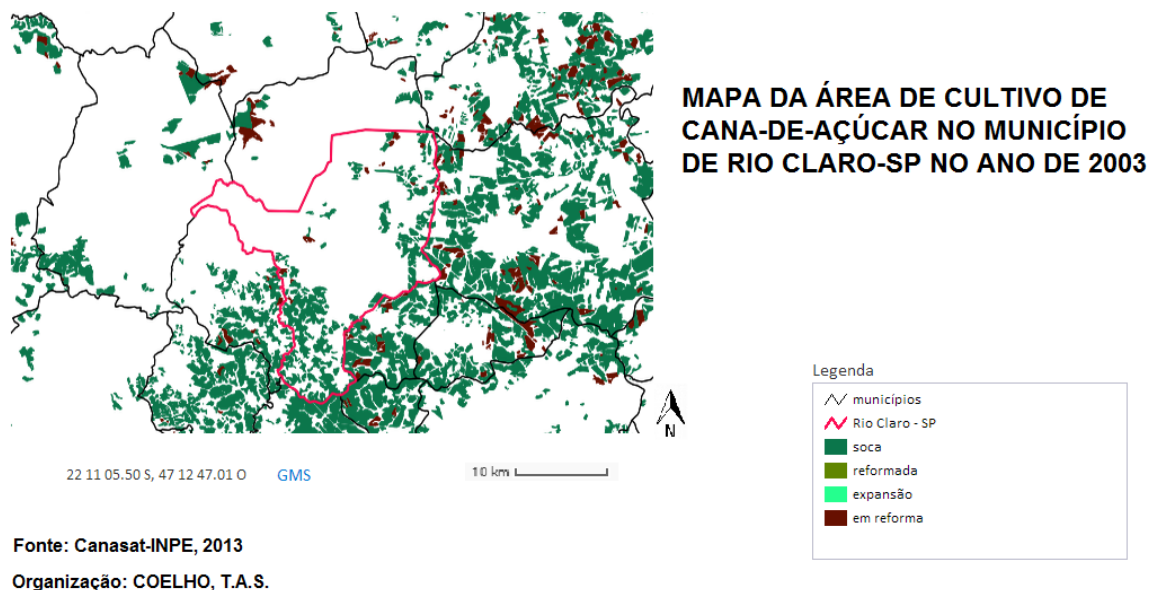
metodologia estabelecida por Sant'Anna Neto (1995); e, na quarta é apresentado os resultados advindos da metodologia utilizada por Braido & Tommaselli (2010).

No primeiro momento as figuras demonstrarão como tem se processado a expansão ou o recuo da cultura canavieira na área de estudo, apontando para a tendência que se pode observar acerca deste cultivo e das perspectivas que se abrem para a agricultura, e, por conseguinte para a economia da região.

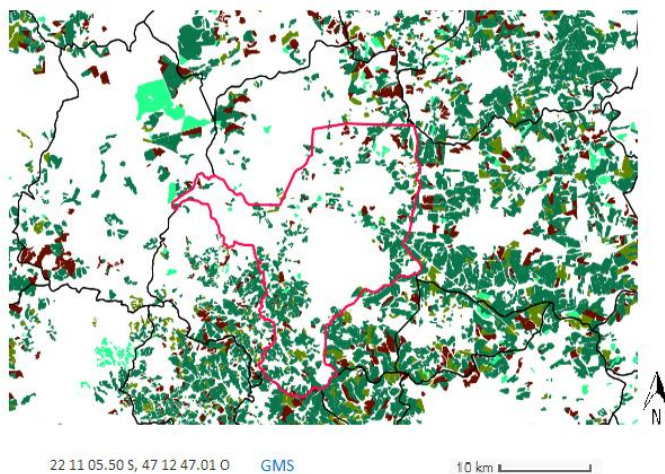
No segundo momento os gráficos e tabelas apresentarão os dados de produtividade da lavoura canavieira e os dados de precipitação e temperatura que procuram expressar o padrão atmosférico na área de estudo e as tendências que assume – continuidade ou mudanças, permitindo que sejam feitas considerações sobre a relação e influência que exerce sobre as atividades agropecuárias.

### 6.1- A Expansão da cana-de-açúcar no município

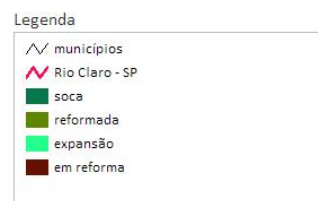
Segundo os mapas a seguir podem expressar, a cultura canavieira encontra-se muito bem estabelecida no município de Rio Claro com forte tendência de expansão.



**Figura 4:** Área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Rio Claro-SP em 2003



**MAPA DA ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO-SP NO ANO DE 2013**

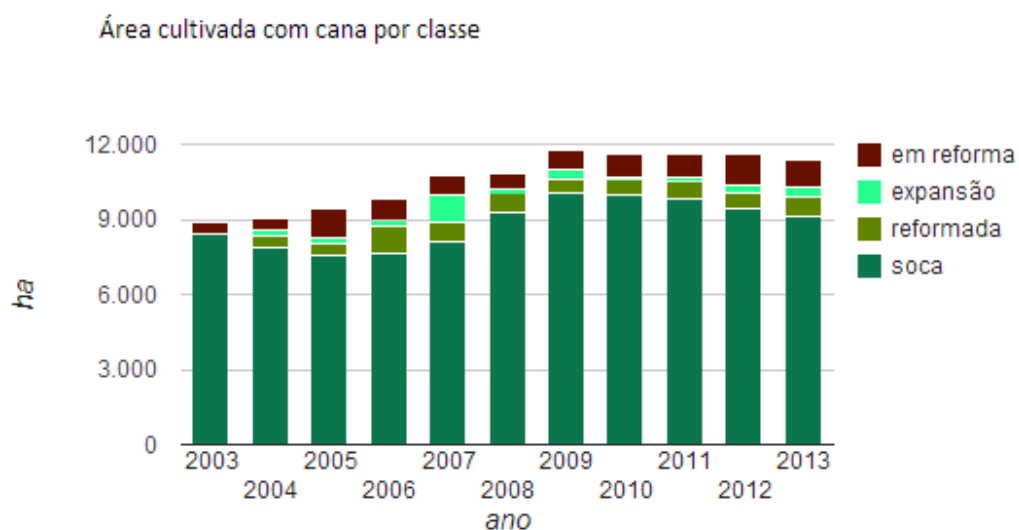


Fonte: Canasat-INPE, 2013  
 Organização: COELHO, T.A.S.

**Figura 5:** Área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Rio Claro-SP em 2013

Através das figuras 4 e 5 é possível observar uma expansão do cultivo de cana de açúcar nos últimos dez anos no município de Rio Claro, mesmo que não tenha sido tão significativa como àquela ocorrida nos municípios vizinhos. No ano de 2003 não eram encontrados polígonos no lado oeste do município e estavam mapeadas apenas a cana soca e a em reforma. Já no ano de 2013 encontramos cultivo a oeste, ao norte e ao sul; outro aspecto relevante é a presença de cana soca; em reforma; reformada e em expansão no mapeamento.

**Gráfico 1 –** Área cultivada por classe entre 2003 e 2013



Fonte: Canasat-INPE, 2013

Analisando o gráfico 1, podemos dizer que houve um crescimento na área de cultivo de cana-de-açúcar, a partir de 2005 passando de uma área total cultivada inferior a 9.000 ha para um cultivo médio de 10.500 há com o ápice no ano de 2009 (11.749 ha).

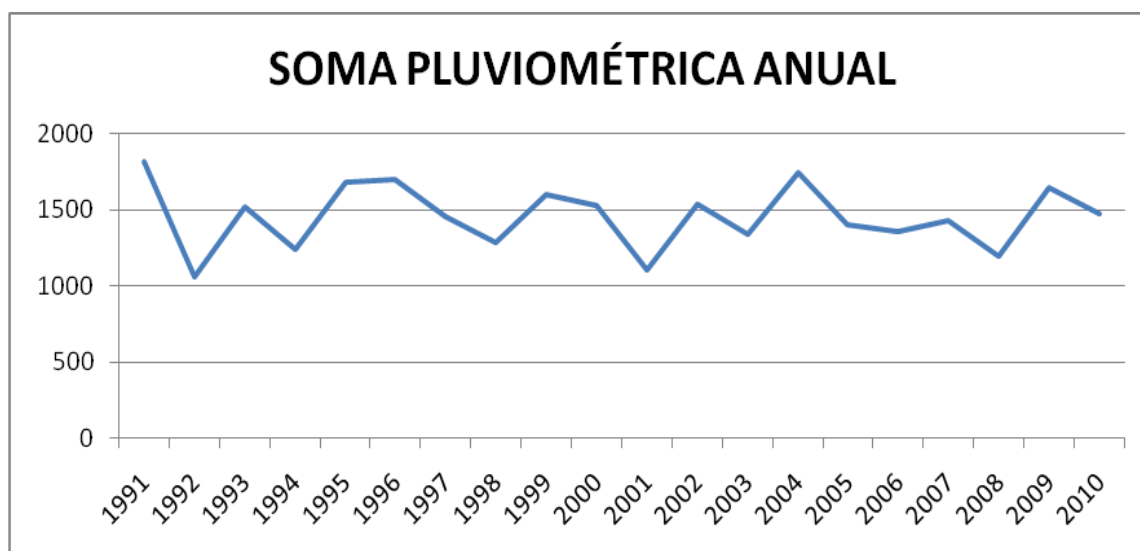
## 6.2- Análise Comparativa dos Dados

**Tabela 1** – Precipitação total entre 1991 e 2010

Precipitação	Ano	Desvio Padrão	Precipitação	Ano	Desvio Padrão
1818,6	<b>1991</b>	362,78	1106,4	<b>2001</b>	-349,416
1056,5	<b>1992</b>	-399,316	1534,1	<b>2002</b>	78,284
1516,1	<b>1993</b>	60,284	1336,2	<b>2003</b>	-119,616
1243,5	<b>1994</b>	-212,316	1742,4	<b>2004</b>	286,584
1677,9	<b>1995</b>	222,084	1398,6	<b>2005</b>	-57,216
1700,8	<b>1996</b>	244,984	1354,4	<b>2006</b>	-101,416
1459,3	<b>1997</b>	3,484	1433,3	<b>2007</b>	-22,516
1288,7	<b>1998</b>	-167,116	1192,9	<b>2008</b>	-262,916
1601,7	<b>1999</b>	145,884	1643,6	<b>2009</b>	187,784
1532,7	<b>2000</b>	76,884	1478,6	<b>2010</b>	22,784
<b>Média</b>		1455,816	<b>Variância</b>		14,53432
<b>Desvio padrão</b>		211,2466			

Fonte: Ceapla (2012)

**Gráfico 2** – Precipitação entre 1991 e 2010



Fonte: Ceapla (2012)

Segundo os dados que o Ceapla (2012) disponibilizou para consulta demonstram, o comportamento da precipitação na área de estudo ao longo da série de anos analisados não

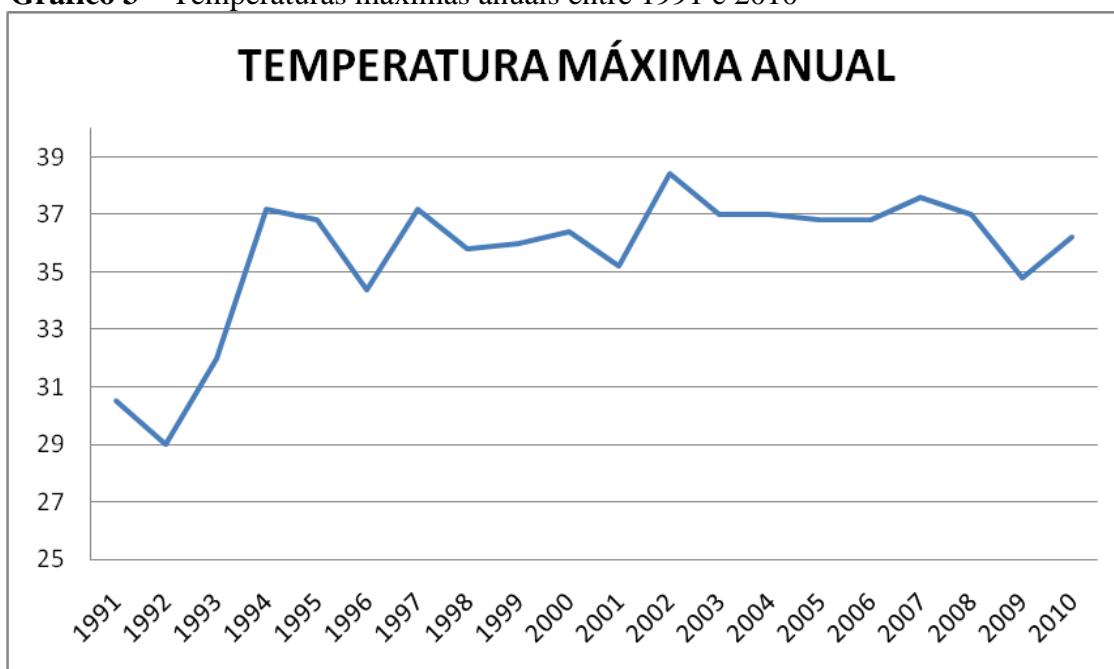
apresenta outra tendência que não seja a alternância entre os períodos menos e mais chuvosos, indicando a princípio que a variável pluviométrica da região caracteriza-se por essa sazonalidade.

**Tabela 2** – Temperatura Máxima de cada ano entre 1991 e 2010

Temperatura	Ano	Desvio Padrão	Temperatura	Ano	Desvio Padrão
30,5	<b>1991</b>	-5,105	35,2	<b>2001</b>	-0,405
29	<b>1992</b>	-6,605	38,4	<b>2002</b>	2,795
32	<b>1993</b>	-3,605	37	<b>2003</b>	1,395
37,2	<b>1994</b>	1,395	37	<b>2004</b>	1,395
36,8	<b>1995</b>	1,195	36,8	<b>2005</b>	1,195
34,4	<b>1996</b>	-1,205	36,8	<b>2006</b>	1,195
37,2	<b>1997</b>	1,595	37,6	<b>2007</b>	1,995
35,8	<b>1998</b>	0,195	37	<b>2008</b>	1,395
36	<b>1999</b>	0,395	34,8	<b>2009</b>	-0,805
36,4	<b>2000</b>	0,795	36,2	<b>2010</b>	0,595
<b>Média</b>		35,605	<b>Variância</b>		1,5621
<b>Desvio Padrão</b>		2,44012			

Fonte: Ceapla (2012)

**Gráfico 3** – Temperaturas máximas anuais entre 1991 e 2010



Fonte: Ceapla (2012)

Com relação à temperatura é possível observar que os picos de máxima registrados em cada ano não se distanciaram significativamente em relação a média estabelecida entre os



anos; no entanto, fica perceptível um predomínio dos anos com índices superiores á média, sobretudo a partir de 1997.

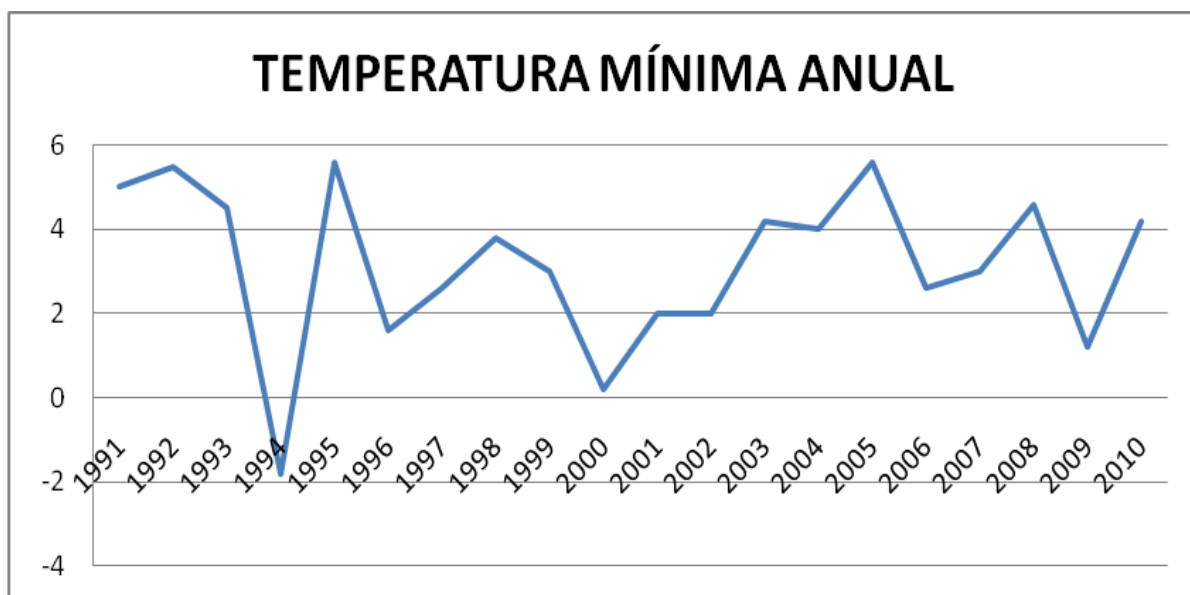
Em relação à temperatura mínima, destaca-se por seu turno uma sazonalidade mais pronunciada onde os valores inferiores e superiores a média se alternam regularmente até que a partir de 2003 fica estabelecido um período com predomínio das temperaturas mínimas anuais situadas acima da média que corresponde ao período das temperaturas máximas acima da média.

**Tabela 3 – Temperatura Mínima de cada ano entre 1991 e 2010**

Temperatura	Ano	Desvio Padrão	Temperatura	Ano	Desvio Padrão
5	<b>1991</b>	1,83	2	<b>2001</b>	-1,17
5,5	<b>1992</b>	2,33	2	<b>2002</b>	-1,17
4,5	<b>1993</b>	1,33	4,2	<b>2003</b>	1,03
-1,8	<b>1994</b>	-4,97	4	<b>2004</b>	0,83
5,6	<b>1995</b>	2,43	5,6	<b>2005</b>	2,43
1,6	<b>1996</b>	-1,57	2,6	<b>2006</b>	-0,57
2,6	<b>1997</b>	-0,57	3	<b>2007</b>	-0,017
3,8	<b>1998</b>	0,63	4,6	<b>2008</b>	1,43
3	<b>1999</b>	-0,17	1,2	<b>2009</b>	-1,97
0,2	<b>2000</b>	-2,97	4,2	<b>2010</b>	1,03
<b>Média</b>		3,17	<b>Variância</b>		1,3899
<b>Desvio Padrão</b>		1,932029			

Fonte: Ceapla (2012)

**Gráfico 4 – Temperaturas mínimas anuais entre 1991 e 2010**



Fonte: Ceapla (2012)

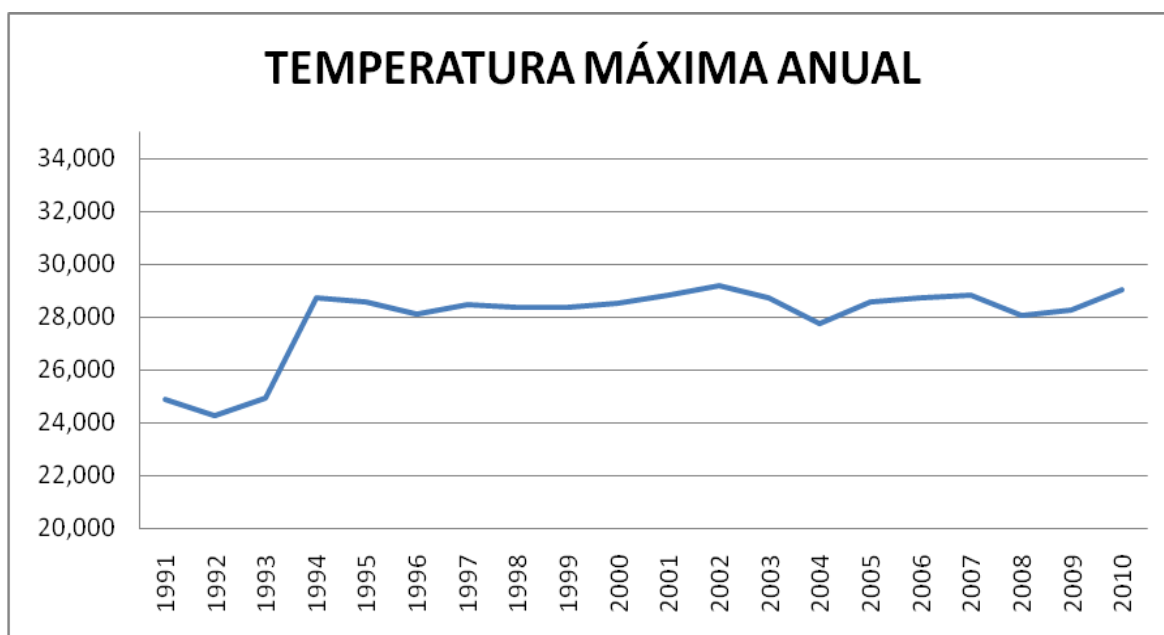
Estabelecido o comportamento dos extremos de máxima e mínima, verificou-se o padrão que a média anual da série estudada apresenta com vistas ao propósito de estabelecer ou não correlação entre si. Pelo que foi possível observar, a média das temperaturas máximas apresenta gráfico semelhante ao comportamento das temperaturas máximas, no entanto, com menor oscilação, tendendo à normalidade, sobretudo após 1994.

**Tabela 4** – Temperatura Máxima média de cada ano entre 1991 e 2010

Temperatura	Ano	Desvio Padrão	Temperatura	Ano	Desvio Padrão
24,863	<b>1991</b>	-3,094	28,842	<b>2001</b>	0,886
24,267	<b>1992</b>	-3,689	29,169	<b>2002</b>	1,213
24,942	<b>1993</b>	-3,014	28,739	<b>2003</b>	0,783
28,701	<b>1994</b>	0,745	27,744	<b>2004</b>	-0,212
28,584	<b>1995</b>	0,628	28,584	<b>2005</b>	0,628
28,103	<b>1996</b>	0,147	28,728	<b>2006</b>	0,772
28,468	<b>1997</b>	0,512	28,823	<b>2007</b>	0,867
28,343	<b>1998</b>	0,387	28,041	<b>2008</b>	0,085
28,369	<b>1999</b>	0,413	28,267	<b>2009</b>	0,311
28,517	<b>2000</b>	0,561	29,033	<b>2010</b>	1,077
<b>Média</b>		27,956	<b>Variância</b>		1,2049
<b>Desvio Padrão</b>		1,451881			

Fonte: Ceapla (2012)

**Gráfico 5** – Temperatura Máxima média anual entre 1991 e 2010



Fonte: Ceapla (2012)

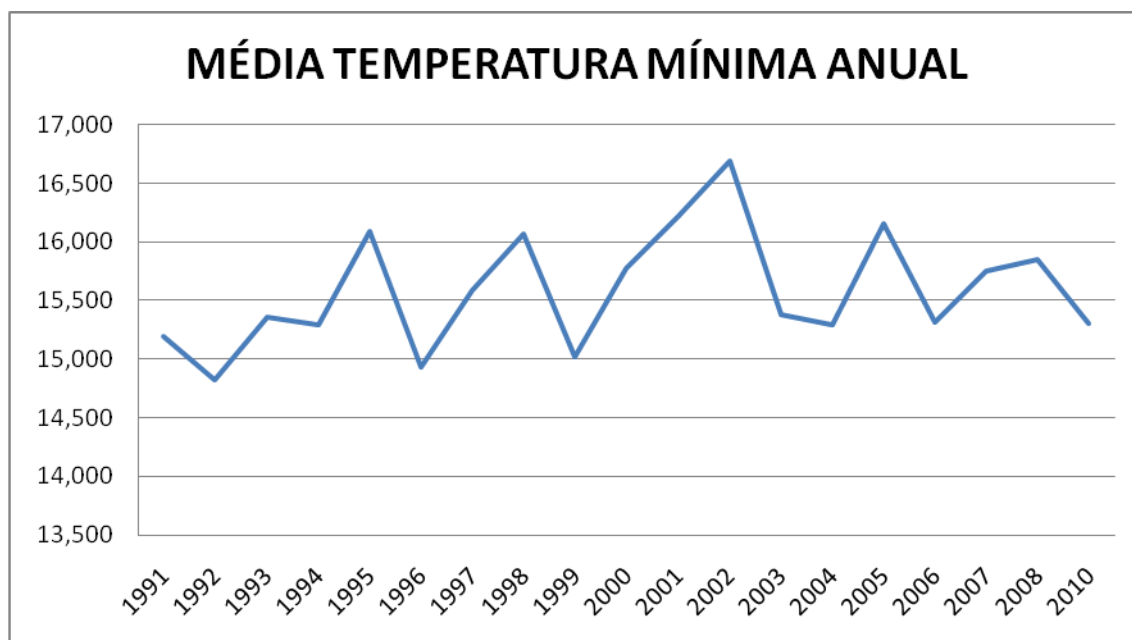
De igual modo, o comportamento das temperaturas mínimas médias seguiu o padrão apresentado pelas temperaturas mínimas de cada ano, excetuando-se a intensidade da oscilação e os extremos alcançados, caracterizando com isso um padrão mais oscilante nas mínimas que nas máximas.

**Tabela 5** – Temperatura Mínima média de cada ano entre 1991 e 2010

Temperatura	Ano	Desvio Padrão	Temperatura	Ano	Desvio Padrão
15,191	<b>1991</b>	-0,391	16,205	<b>2001</b>	0,623
14,819	<b>1992</b>	-0,763	16,695	<b>2002</b>	1,113
15,353	<b>1993</b>	-0,229	15,378	<b>2003</b>	-0,204
15,288	<b>1994</b>	-0,294	15,288	<b>2004</b>	-0,294
16,089	<b>1995</b>	0,507	16,156	<b>2005</b>	0,574
14,928	<b>1996</b>	-0,654	15,314	<b>2006</b>	-0,268
15,582	<b>1997</b>	0	15,751	<b>2007</b>	0,169
16,073	<b>1998</b>	0,491	15,853	<b>2008</b>	0,271
15,022	<b>1999</b>	-0,56	15,300	<b>2010</b>	-0,282
15,774	<b>2000</b>	0,192	16,205	<b>2001</b>	0,623
<b>Média</b>		15,582	<b>Variância</b>		0,7066
<b>Desvio Padrão</b>		0,499314			

Fonte: Ceapla (2012)

**Gráfico 6** – Temperaturas Mínimas médias anuais entre 1991 e 2010



Fonte: Ceapla (2012)

Feita a leitura do comportamento das variáveis atmosféricas, seguiu-se a verificação do desempenho da lavoura canieira através da produtividade alcançada a cada ano. Para

tanto se optou pela divisão da produção total pelo número de hectares cultivados para desta forma ter salvaguardado um parâmetro seguro de análise e comparação.

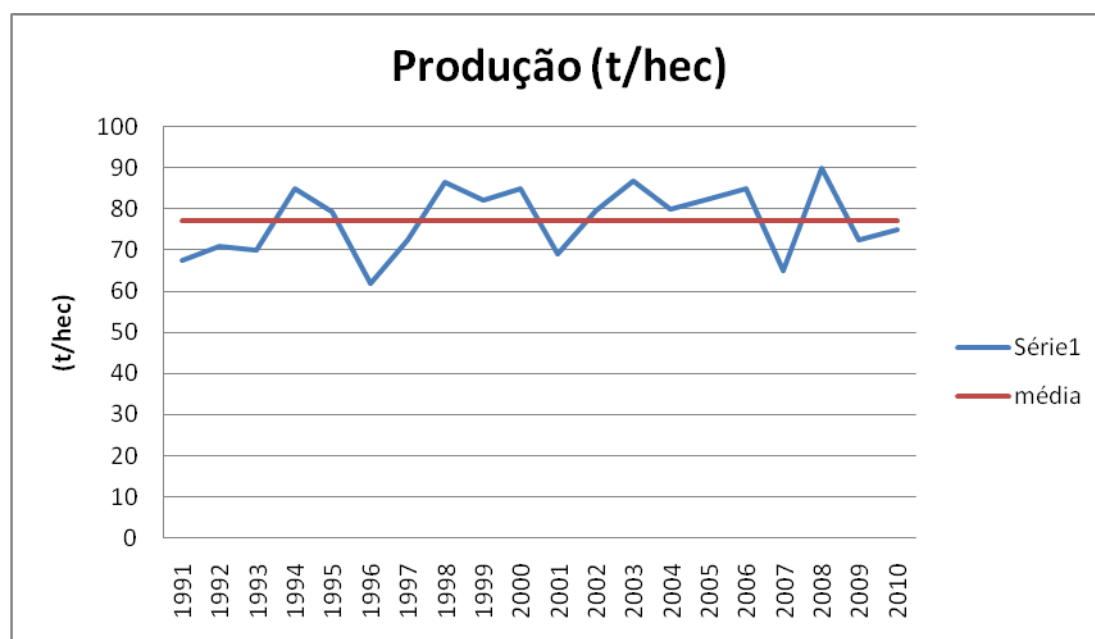
Como está sendo avaliado o desempenho de uma cultura anual que se encontra estabelecida na região há mais de três décadas, entende-se que os dados obtidos permitem uma análise comparativa tendo em conta que a divisão da produção total pelo número de hectares acusa o rendimento que as técnicas utilizadas para o cultivo estão conseguindo alcançar.

**Tabela 6** – Produção da Lavoura Canavieira Tonelada/Hectare entre 1991 e 2010

Produção	Ano	Desvio Padrão	Produção	Ano	Desvio Padrão
67,6	<b>1991</b>	-9,7	68,9	<b>2001</b>	-8,4
71	<b>1992</b>	-6,3	79,5	<b>2002</b>	2,2
70	<b>1993</b>	-7,3	86,8	<b>2003</b>	9,5
84,9	<b>1994</b>	7,6	79,8	<b>2004</b>	2,5
79,4	<b>1995</b>	2,1	82,5	<b>2005</b>	5,2
61,8	<b>1996</b>	-15,5	85	<b>2006</b>	7,7
72,5	<b>1997</b>	-4,8	65	<b>2007</b>	-12,3
86,4	<b>1998</b>	9,1	90	<b>2008</b>	12,7
82,1	<b>1999</b>	4,8	72,6	<b>2009</b>	-4,7
85	<b>2000</b>	7,7	75	<b>2010</b>	-2,3
<b>Média</b>		77,3	<b>Variância</b>		63,79
<b>Desvio Padrão</b>		7,98			

Fonte: IBGE (2012)

**Gráfico 7** – Produção da Lavoura Canavieira Tonelada/Hectare entre 1991 e 2010



Fonte: IBGE (2012)

Segundo o desempenho que a lavoura canavieira acusa, há uma permanente oscilação na produção, destacando-se negativamente os anos de 1996, 2001 e 2007, enquanto 1993, 1998, 2003 e 2008 correspondem aos anos com melhor índice de produtividade, acusando os citados anos um hiato de cinco anos para retorno dos melhores e piores desempenhos.

Nesse aspecto observa-se uma ligeira correspondência entre a variação das temperaturas máximas e mínimas anuais e a produtividade da lavoura cafeeira que pode ser considerada à luz de uma precipitação anual situada ao redor de 1.500 mm, sobretudo nos anos anteriores aos quais a produção do cultivo acusou índice positivo em relação aos demais e a média.

Em relação a uma possível relação entre o comportamento da temperatura e o desempenho da safra ainda é preciso desenvolver maiores considerações, pois os dados são muitos e necessitam de maior tempo para serem compreendidos. A princípio é possível observar que os anos mais produtivos apresentaram temperatura máxima ao redor de 37° C, temperaturas mínimas próximas a 4,5° C e médias de máximas e mínimas anuais situadas respectivamente em 28,5° C e 15,5°.

Ao serem aplicadas as metodologias propostas por Sant'Anna Neto (1995) e Braidó & Tommaselli (2010) em relação ao comportamento da variável pluviométrica foram obtidos alguns resultados que merecem menção.

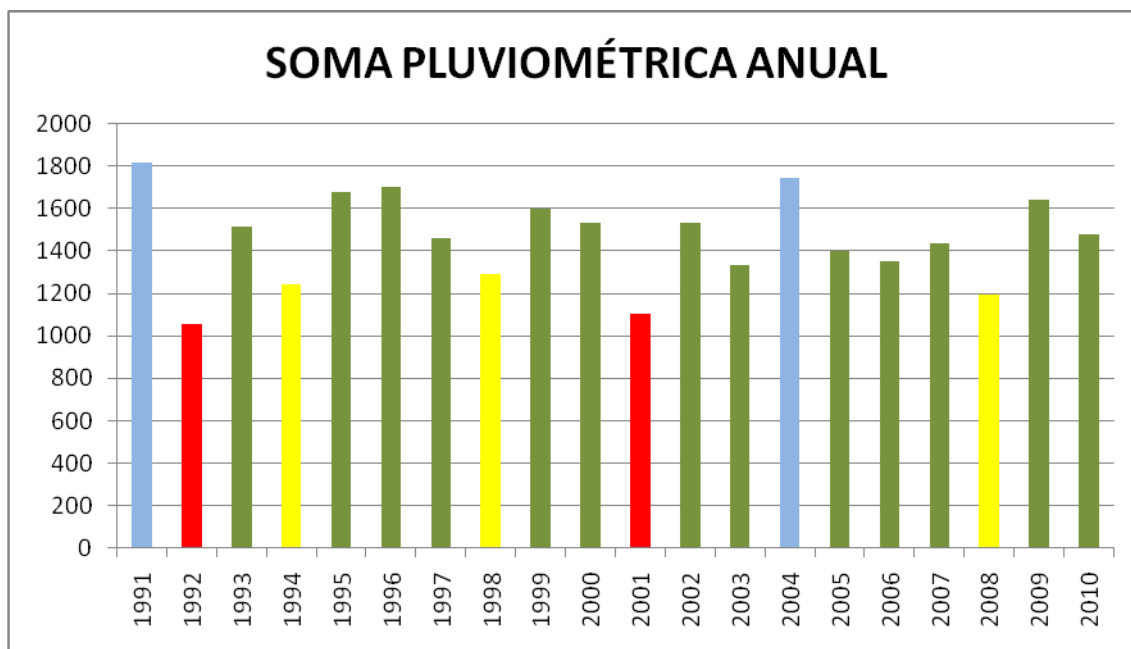
Segundo a proposta metodológica apresentada pelo primeiro autor, a série de anos estudada apresentou dois anos secos (1992 e 2001), três anos tendentes a secos (1994, 1998 e 2008), dois anos tendentes a chuvosos (1991 e 2004), nenhum ano chuvoso e um total de treze anos normais (1993, 1995-1997, 1999, 2000, 2002, 2003, 2005-2007, 2009 e 2010). Levando-se em conta que a série possui um total de vinte anos, acusa-se uma relativa estabilidade ao observar-se que dezoito anos apresentam índices pluviométricos dentro da média ou orbitando próximo a ela.

Também é possível verificar que inexistente um período de retorno definido para as diferentes nuances da precipitação ao longo da série de anos estudada e isso dificulta a correlação que se deseja estabelecer com o desempenho da lavoura canavieira na área de estudo.

Por seu turno, a metodologia proposta por Braidó & Tommaselli (2010) apresentou tendências semelhantes, acusando a ausência de um período de retorno no comportamento da

precipitação e um ligeiro predomínio de anos situados na média observada para a série e próximos a ela.

**Gráfico 8** – Precipitação anual segundo a metodologia de Sant’Anna Neto (1995)



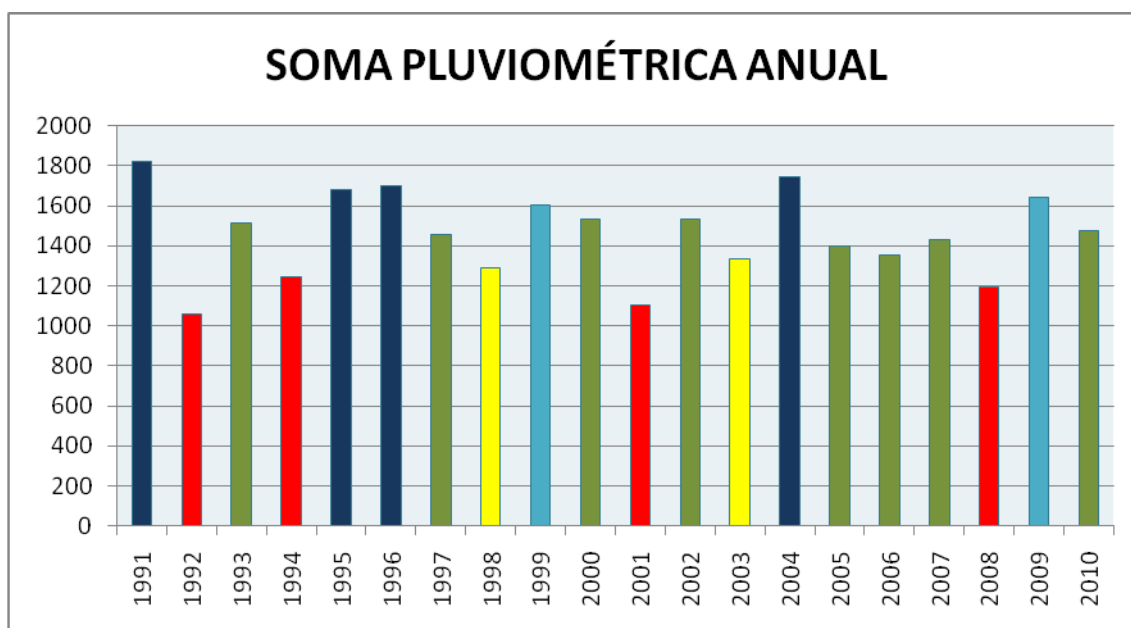
Ano seco	Ano tende a seco	Ano normal	Ano tende a chuvoso	Ano chuvoso
$P > -30\%$	$-30\% < P < -15\%$	$15\% < P < 15\%$	$15\% < P < 30\%$	$P > 30\%$

Nesse particular tivemos sete anos habituais (1993, 1997, 2000, 2005-2007 e 2010), quatro anos chuvosos (1991, 1995, 1996 e 2004), quatro anos secos (1992, 1994, 2001 e 2008), dois anos tendentes a chuvosos (1999 e 2009) e outros dois anos tendentes a secos (1998 e 2003).

Mais uma vez fica difícil relacionar o desempenho da lavoura canvieira com o comportamento da precipitação, no entanto, não obstante a isto, fica a descrição do comportamento das variáveis atmosféricas – temperatura e precipitação – e a constatação de que devem ser consideradas simultaneamente para obter-se um claro entendimento acerca da influência que o clima exerce sobre um cultivo.

Com a articulação dos dados de temperatura e precipitação é possível estabelecer uma análise articulada do desempenho da cultura canvieira frente a esse binômio, aprofundando o conhecimento sobre a relação da planta com o clima.

**Gráfico 9** - Precipitação anual segundo metodologia de Braido & Tommaselli (2010)



Ano Habitual	Ano tende a chuvoso	Ano chuvoso	Ano seco	Ano tende a seco
$1350,1927 < p < 1561,4393$	$1561,4393 < p < 1667,0626$	$p > 1667,0626$	$p < 1244,5694$	$1244,5694 < p < 1350,1927$

## 7- CONCLUSÕES

Iniciando pela produção do conhecimento e os objetivos que nortearam a realização da pesquisa, entende-se que se faz necessário um maior aprofundamento dos estudos para que se possa identificar com maior eficiência a articulação que existe entre o clima e o desempenho das atividades agrícolas, pois, por mais que esteja clara essa relação, explicitar tal interdependência recobra uma análise simultânea da temperatura e da precipitação para alcançar êxito, posto que a avaliação desenvolvida sob o embasamento de uma única variável não consegue fechar todas as lacunas que o dinamismo das ações antrópicas e do comportamento atmosférico apresentam para a questão.

Também salta aos olhos a importância de existe em envidarem-se esforços no sentido de se estabelecer uma metodologia de estudos da temperatura que ofereça embasamento suficiente para a identificação e classificação dos anos em habituais, frios, quentes, tendentes a frio ou tendentes a quente, assim como as metodologias propostas por Sant'Anna Neto (1995) e Braido & Tommaselli (2010) fazem com a variável pluviométrica.

Segundo a análise feita inicialmente cruzando os dados climáticos e o desempenho da lavoura canavieira é possível encontrar um indício de articulação entre o comportamento da

temperatura e os picos de produção anotados a cada cinco anos a partir de 1993 (1993, 1998, 2003 e 2008).

Isto posto, fica expressa a satisfação pela experiência que foi oportunizada de vivenciar esse momento, descortinando novos campos de ação e vislumbrando novos cenários para o futuro.

## **8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGUIAR, D. A. et al- **Análise espacial da colheita de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: a influência da precipitação.** In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril, p.2231-2238, INPE, 2007;

ALFONSI, R. R. Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas.** Maringá: EDUEM, 2000. p. 213-233;

ANDRÉ, I. R. N. - **Algumas considerações sobre mudanças climáticas e eventos atmosféricos severos recentes no Brasil.** Depto. de Geografia- IGCE/UNESP. Revista CLIMEP- vol.1, nº1, 2006;

ANDRIUCCI, L. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FERREIRA, M. E. M. Análise da variabilidade e tendência das chuvas e a descrição da produção agrícola na bacia do Rio Pirapó – PR. **Boletim de Geografia.** Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia – Maringá, 20 (2): 41-57, 2002;

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.** N. 17, v.1, 2010;

BRUNINI, O. Ambientes climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A.C M. de; ANDRADE LANDELL, M. G. DE. **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 205-218;



BRUNINI, O.; CARVALHO, J.P; CIARELLI, V.B; BRUNINI, A.P.C. - **Cenários de mudanças climáticas e adaptações no zoneamento.** Apresentado no WIMC (Workshop Internacional de Mudanças Climáticas) nos dias 13 e 14 de outubro de 2011, na cidade de Campinas-SP;

CARBONELL, Sérgio A.M.; MESSIAS, Ueliton. - **Processo de melhoramento de plantas para lidar com um cenário de mudança climática e escassez de água para biocombustíveis e culturas alimentares.** Instituto Agrônomo – IAC. Apresentado no WIMC (Workshop Internacional de Mudanças Climáticas) nos dias 13 e 14 de outubro de 2011, na cidade de Campinas-SP;

CASTRO J. F. M. **Aplicação de um sistema de informação geográfica na temática da morfodinâmica: o exemplo do estudo da bacia do Rio Mogi-Cubatão/SP.** Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. São Paulo. 1993;

CANASAT – INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) – acessado em dezembro de 2013: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>;

CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CEAPLA) – **Dados climáticos diários do município de Rio Claro, SP** – Rio Claro, SP, 2012;

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). Zoneamento Ambiental. Acessado em 16 de maio de 2012. Disponível em <[http://www.ciiagro.sp.gov.br/Zoneamento\\_Agroambiental/index.htm](http://www.ciiagro.sp.gov.br/Zoneamento_Agroambiental/index.htm)>;

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;

DINIZ, J. A. F. **Geografia da agricultura.** São Paulo, Ed. Difel, 1984, 287 p.;

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). – **Desempenho do setor sucroalcooleiro brasileiro e os trabalhadores.** Estudos e Pesquisa, São Paulo, v.3, n.30, 2007;

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. – **Yield response to water.** Rome: FAO, 1979, p.193 (Irrigation and drainage paper, 33);

FREITAS, C.E. **Qualidade da matéria prima**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Brasília, DF. Anais..., 2007;

GASHO, G. J.; SHIH, S. F. – **Sugarcane in crop water relations**. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). Crop water relations. New York: John Wiley, 1983, p. 445-479;

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;

<http://www.unric.org/pt/actualidade/25796>;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010 disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) – acessado em 17 de novembro de 2012;

JUNIOR, G. T. C. Influência do clima na produtividade da cana-de-açúcar - Araçatuba, SP: Fatec, 2011;

LEITE, R. L. **Cultivares de cana-de-açúcar em solos da região norte do estado do Tocantins**. 65 p. 2007. Dissertação (Mestre em Ciência animal tropical da Universidade Federal do Tocantins). Universidade Federal do Tocantins;

MACHADO, E. C.- **Fisiologia da produção da cana-de-açúcar**. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargil, 1987, v.1, p. 56-87;

MONTEIRO, C. A. F. - **Clima e Excepcionalismo**: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis, UFSC, 1991;

\_\_\_\_\_ - 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;

MOZAMBANI, A. E., et al. – **História e morfologia da cana-de-açúcar**. In: SEGATO, S.V.

et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba, 2006, p.11-18;

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981, 425 p.;

PARANHOS, S.B. et al. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987, v.1, p.431;

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO. **Atlas histórico, geográfico e ambiental**. FAPESP, 2002;

RIBEIRO, A. G. A climatologia geográfica e a organização do espaço agrário. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 23, n. 45/46, p. 34-38, 1993;

RIBEIRO, C. M. Análise da distribuição temporal das chuvas no norte do Estado de Minas Gerais. **Boletim de Geografia Teorética**, 15 (29-30): 362-272, 1985;

SANT'ANNA NETO, J. L. As chuvas no Estado de São Paulo. São Paulo. **Tese (Doutorado em Geografia Física)**. Departamento de Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1995, 200 p.;

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1996. 300f. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1995;

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 119- 131, 1998;

SANTOS, J. **Clima e produtividade da soja nas terras de cerrado do Sudeste de Mato Grosso**. 2002. 394f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002;

SANTOS, E. R. dos; RIBEIRO, A G. Clima e agricultura no município de Caramandel-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5. 2002, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 2002;

SANTOS, M. J. Z. A Importância da Variação do Regime Pluviométrico para a Produção Canavieira na Região de Piracicaba (SP). Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia – IGEO – USP, **Série Teses e Monografias**, São Paulo, nº 35, 1979, 69 p.;

SANTOS, J. W. M. C. – Rítmo Climático e Sustentabilidade Sócio-Ambiental da agricultura comercial da soja no Sudeste de Mato Grosso. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 1, nº especial, p. 01 - 20, 2005;

\_\_\_\_\_ - **Clima e produtividade de soja nas terras de cerrado do Sudeste de Mato Grosso**. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), 388p., 2002;

SORRE, M. **A adaptação ao meio climático e biossocial**– geografia psicológica. In: MEGALE, J. F. (Org.). Max. Sorre: geografia. São Paulo: Ática, 1984;

SOUZA, Paulo H. de. - **A variabilidade pluviométrica e a ocorrência de anos padrão**. Dissertação de estágio especial, IGCE-UNESP, Rio Claro, 1993;

TAVARES, Antonio C.; SILVA, Ane C.F. - **Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica**. Revista CLIMEP- vol.3, nº1, 2008;

VALENTINI, Riccardo. - **Agriculture Development Facing a Climate Change Scenario**. Italy-CMCC. Apresentado no WIMC (Workshop Internacional de Mudanças Climáticas) nos dias 13 e 14 de outubro de 2011, na cidade de Campinas-SP, 2011;

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.