



A INFLUÊNCIA DA DINÂMICA CLIMÁTICA NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO VALE DO IVAÍ - PR

JHONATAN DOS SANTOS DANTAS¹
MITCHEL DRUZ HIERA²

Resumo: O cultivo da cana-de-açúcar é uma das principais atividades agrícolas do país, sendo o Brasil o maior produtor do mundo e o Estado do Paraná, o terceiro maior produtor do Brasil. Nesse cenário, o Vale do Ivaí, no Norte do Paraná, aparece com a principal região produtora do Estado. O presente trabalho tem por objetivo comparar a dinâmica climática da região com as exigências da cana-de-açúcar e com a produtividade da região, formada por agricultores cooperados da Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí (COOPERVAL), tendo em vista que vários municípios têm sua economia impulsionada por esse cultivo. O que se observa é que a temperatura do ar fica abaixo das exigências da cultura canieira e que a precipitação fica acima das exigências, mas mesmo assim, a produtividade tem se mostrado satisfatória.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Dinâmica climática; Fenologia; Vale do Ivaí.

Abstract: The cultivation of sugar cane is one of the main agricultural activities in the country, with Brazil being the largest producer in the world and the state of Paraná, Brazil's third largest producer. In this scenario, the Vale do Ivaí, in northern Paraná, appears with the main producing region of the state. This study aims to compare the dynamic climate of the region with the requirements of cane sugar and productivity of the region, formed by farmers' cooperative of Cooperativa Agroindustrial do Vale do Ivaí (COOPERVAL), considering that several municipalities have their economy driven by this crop. What is observed is that the air temperature is below the requirements of sugar cane and that precipitation is above the requirements, but even then, productivity has proved satisfactory.

Keywords : Sugar cane; Climate dynamic; Phenology, Vale do Ivaí

1 - Introdução

A Cana-de-açúcar, originária do continente asiático, teve grande relevância no país após seu cultivo ser incentivado no século XVI com os engenhos de cana-de-açúcar do nordeste, a qual foi a principal atividade econômica do Brasil na época. Ao final do século

¹ Acadêmico do curso de Geografia da Faculdade de Jandaia do Sul – FAFIJAN. E-mail: j.h.o.2008@hotmail.com

² Professor do curso de Geografia da Faculdade de Jandaia do Sul – FAFIJAN. E-mail: m_druz@yahoo.com.br



XIX, a agricultura brasileira se voltou para a monocultura cafeeira e o cultivo da cana-de-açúcar entrou em declínio.

Atualmente o Brasil é o líder mundial na produção da cultura (FAOSTAT, 2014) tendo mais de sete milhões de hectares ocupados pelo cultivo no país (IBGE, 2014).

A partir de 1975, com a crise do petróleo de 1973, o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Álcool (PRO-ÁLCOOL) que visava a substituição dos combustíveis derivados do petróleo pelo álcool etílico (etanol). Tal medida levou ao surgimento de diversas destilarias de álcool pelo Brasil.

A região Norte do Estado do Paraná, colonizada a partir dos anos de 1930 pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (antiga Parana Plantations Ltd), uma empresa de capital britânico à qual foi concedido o direito de parcelamento e venda de terras entre os rios Tibagi, Ivaí e Paranapanema, em troca do prolongamento da estrada de ferro a longo dessa área.

Assim como em outras regiões brasileiras, ao final do século XIX e início do século XX, o Norte do Paraná foi tomado pela monocultura cafeeira, tendo suas terras sendo vendidas à paulistas e mineiros.

A Grande Depressão de 1929 atingiu os cafeicultores brasileiros, que não tinham para quem vender seus estoques. Em 1967, o governo brasileiro passou a beneficiar os agricultores que trocassem a cafeicultura por outra cultura. No Norte do Paraná, somou-se a isso as grandes geadas que ocorreram em 1942, 1953, 1955 e 1975.

No Município de Jandaia do Sul, localizado na Mesorregião Norte-Central Paranaense, foi fundada em 1980 a Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí (COOPERVAL), que no início produzia apenas álcool anidro e hidratado. A partir de 1996, a COOPERVAL passa também a produzir açúcar e se firma entre as maiores usinas do Norte do Estado do Paraná e do Brasil.

Hoje, os mais de 120 cooperados da COOPERVAL plantam cerca de 10.000 hectares de cana-de-açúcar, distribuídos nos municípios de Bom Sucesso, Marumbi, Jandaia do Sul, Cambira, Mandaguari, Kaloré, Itambé, Apucarana, Itacolomi, e São Pedro do Ivaí, contribuindo com a economia desses municípios.

O bom desenvolvimento da cana-de-açúcar, assim como de todos os cultivos, está intimamente relacionado às condições climáticas. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo analisar a dinâmica climática da região Norte do Estado do Paraná e comparar com as exigências da cana-de-açúcar.



2 - Metodologia

A fim de se verificar se a dinâmica climática da região Norte do Estado do Paraná atende às exigências da cana-de-açúcar, procurou-se primeiramente conhecer as fases fenológicas da planta. Para tanto, utilizou-se os estudos de Segato *et al.* (2006, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009) Como os agricultores cooperados da COOPERVAL iniciam o plantio da cana-de-açúcar em várias épocas (para se tenha colheita durante um período maior), para este artigo estabeleceram-se os períodos das fases fenológicas abaixo descritos no Quadro 01.

| Fase Fenológica | Período |
|-----------------|--------------------|
| Brotação | Outubro |
| Estabelecimento | Novembro a Janeiro |
| Crescimento | Fevereiro a Julho |
| Maturação | Agosto e Setembro |

Quadro 01: Períodos das fases fenológicas da cana-de-açúcar adotados na área de estudo.

Fonte dos dados:
Org. por: Autores (2014)

Para se comparar as exigências climáticas em cada fase fenológica com a dinâmica do clima da área de estudo, utilizou-se dados da Estação Climatológica Central de Maringá, distante cerca de 40 quilômetros da maioria dos municípios produtores. Para este estudo focou-se na temperatura do ar e na precipitação.

Foram utilizados dados de 30 anos, de 1980 a 2010 afim de se comparar se a dinâmica climática da região atende as exigências da planta. O período de 30 anos é recomendado pelo Comitê Metrológico Internacional desde 1872 afim de se assegurar a compatibilidade dos dados (RAMOS; SANTOS; FORTE, 2009, p. 7).

Para a temperatura do ar, utilizou-se médias compensadas mensais para se comparar com a exigência térmica em cada fase fenológica do cultivo, aplicando-se a seguinte equação:

$$T_{MC} = (T_{max} + T_{min} + T_{12} + 2T_{24}) / 5$$

Onde: T_{MC} = Temperatura média compensada

T_{max} = temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

T_{12} = Temperatura das 12 horas (UTC)

T_{24} = Temperatura das 24 horas (UTC).



Para cada fase fenológica elaborou-se um gráfico com as temperaturas médias (barras) e as exigências térmicas da planta (linhas).

Para a precipitação considerou-se a altura total do período vegetativo da planta (da brotação à maturação) que é de 12 meses. A bibliografia acerca do assunto descreve que a precipitação deve ser bem distribuída durante o ciclo vegetativo da planta e esta é uma característica do clima da região Norte do Paraná. Para a precipitação foi elaborado um gráfico com a precipitação acumulada para o período vegetativo (barras) e as exigências hídricas da planta (linha).

Para verificar a produtividade do cultivo na região do Vale do Ivaí utilizou-se como base a produtividade da Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí (COOPERVAL). Desta forma resgatou-se a produtividade canvieira entre os anos de 2004 a 2010, os quais foram comparados com a dinâmica térmica e pluviométrica da região.

3 - Fundamentação teórica

O clima é um dos mais importantes atributos da natureza. Ele é responsável pelo modelado do relevo da Terra e pela distribuição espacial das diversas formações vegetais, e determinante na formação de territórios biogeográficos, ou seja, é fundamental para o completo equilíbrio do sistema terrestre.

Uma das mais clássicas definições de clima foi proposta por Max Sorre (1951), que chama de clima a série de estados da atmosfera sobre um lugar, em sua sucessão habitual.

O estudo climatológico dinâmico, ou seja, aquele que estuda os elementos do clima de forma inter-relacionada foi proposto por Max Sorre em 1957. Sua definição admite que os estados atmosféricos variem com o tempo cronológico e - talvez o mais importante - com certo ritmo.

Para Monteiro (1971), clima é o ambiente atmosférico constituído pela série de estados atmosféricos, na forma encadeada e sucessiva de tipos de tempo, definição que leva em conta os fundamentos da climatologia dinâmica.

O clima e seu ritmo influem em todas às atividades humanas, desde a agricultura até o planejamento urbano.

Sobre o papel do clima na agricultura, Sant'Anna Neto (1998) afirma:

O clima assume importante papel na produção do espaço rural, pois somente a partir do conhecimento da dinâmica climática, sua gênese e previsão, pode-se minimizar seus efeitos negativos às atividades humanas e direcionar este conhecimento no sentido de encontrar um equilíbrio, aproveitando a sua variabilidade temporal para o planejamento econômico.



Sobre as intempéries do tempo atmosférico, Monteiro (1971) afirma:

A ocorrência de um período de seca em um mês habitualmente chuvoso ou de geada inesperada em mês não muito frio poderão (sic) ter sérias implicações nas atividades agrícolas, ligadas a um calendário guiado pelo ritmo climático habitual.

Assim, para a agricultura, conhecer detalhadamente o ritmo do clima e de seus elementos constitui uma importante etapa do processo produtivo de qualquer cultura.

Existem dois tipos de se produzir a cana-de-açúcar.

- a) Cana de ano: É plantada geralmente entre setembro e novembro com colheita após 12 meses.
- b) Cana de ano e meio: Plantada entre janeiro e abril, com colheita após 18 meses.

As características são variadas em função das exigências de mercado, cada uma irá ser direcionada conforme o clima da região, e pelo que irá ser destinada como, por exemplo, açúcar, ou etanol. Assim os agricultores optam pelo tipo do processo, mas no centro sul do Brasil é comumente utilizado o processo de cana de ano.

Segundo Segato *et al.* (2006, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009), é essencial que o sistema radicular da planta esteja desenvolvido, para que a mesma aproveite ao máximo as condições de clima.

O ciclo fonológico da planta é dividido em quatro etapas, cada uma das etapas é essencial que as condições climáticas supram as necessidades para seu desenvolvimento.

A primeira fase é a Brotação, com germinação de 30 a 60 dias, que segundo Paranhos (1987, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009), nesta etapa do ciclo é fundamental boa umidade, aeração e temperatura do ar adequada, sendo a temperatura ideal entre 34°C a 37°C e extremos de 21 e 44 °C, segundo Nickel (1997, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009)

A fase dois, é o perfilhamento ou estabelecimento que dura de 60 a 90 dias, é onde se desenvolve as raízes e as folhas essencial para garantir a sobrevivência da planta.

O desenvolvimento foliar determina a interceptação da radiação solar, e portanto a capacidade fotossintética da cultura, de modo que, quanto mais rápido for o crescimento foliar, maior será o período em que o canavial estará produzindo biomassa e por conseguinte maior deverá ser sua produtividade'. (MACHADO, 1987 In. Agrometeorologia dos Cultivos p. 116)



Barbieri *et al.* (1979, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009) organiza a temperatura adequada para este estágio fonológico, sendo nesta fase uma temperatura ideal de 32°C.

A terceira fase vem a ser a mais demorada que é o crescimento intenso com duração de 180 a 210 dias, nesta etapa é que ocorre o início do acúmulo de sacarose, e o desenvolvimento da cultura.

A temperatura ideal para esta fase segundo Suguitani (2006, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009) é entre 27°C e 32°C.

A quarta e última fase fonológica, é a maturação com duração de 60 a 90 dias, para botânica, o processo de maturação ocorre na emissão de flores e formação de sementes, já sobre os ângulos fisiológicos e econômicos, o critério adotado é o acúmulo máximo de sacarose.

O clima tem suas funções essenciais neste processo como, por exemplo, a queda gradativa de temperatura e diminuição da precipitação até chegar a estação de seca total que é determinante neste processo para o acúmulo do teor de sacarose, até chegar no auge para colheita.

Nesta etapa a uniformidade climática começa mudar, sendo necessária uma queda de temperatura para que se obtenha a concentração da sacarose, assim a temperatura média diária deve cair abaixo dos 21°C segundo Camara, (1993, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009); Camargo e Ortolani, (1964, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009) .

A irrigação no inverno pode prejudicar o cultivo visto que as raízes tem máxima de absorção de água com as temperaturas do solo entre 28°C a 30°C, sendo favorável a irrigação durante o período primavera-verão nas regiões subtropicais.

De acordo com a Embrapa foram feitos uma série de estudos climatológicos a fim de obter uma média de temperatura do ar adequada para o cultivo tratado, sendo no Brasil o ideal para o crescimento do cultivo acima de 20°C.

A planta pode germinar mesmo sem a radiação solar, porém na etapa do perfilhamento é essencial uma boa radiação solar para que a área foliar seja mais espessa mais verde, acumulando maior quantidade de fibras e açúcar.

Nas regiões subtropicais, o cultivo da cana-de-açúcar mostra um desenvolvimento positivo, quando os dias são mais longos e após as chuvas convectivas a radiação solar se intensifica, esta etapa apresenta todas as características favoráveis ao bom desenvolvimento sendo disponibilidade hídrica no solo, altas temperaturas, e radiação intensa ótima para o cultivo.

Segundo Rodrigues (1985, *apud* MARIN, F. R. *et al.*, 2009) o fotoperíodo exerce um papel extremamente relevante no florescimento da cana-de-açúcar. Já o vento influencia



nas trocas gasosas entre a cobertura e a vegetação, podendo elevar a transpiração das plantas.

4 - Resultados e discussões

A seguir serão comparadas as exigências climáticas da cana-de-açúcar com uma série histórica de 30 anos, dividido por fases fenológicas.

O Gráfico 01 mostra o comportamento climático da temperatura entre os períodos de 1980 há 2010 no período de Brotação da cana-de-açúcar.

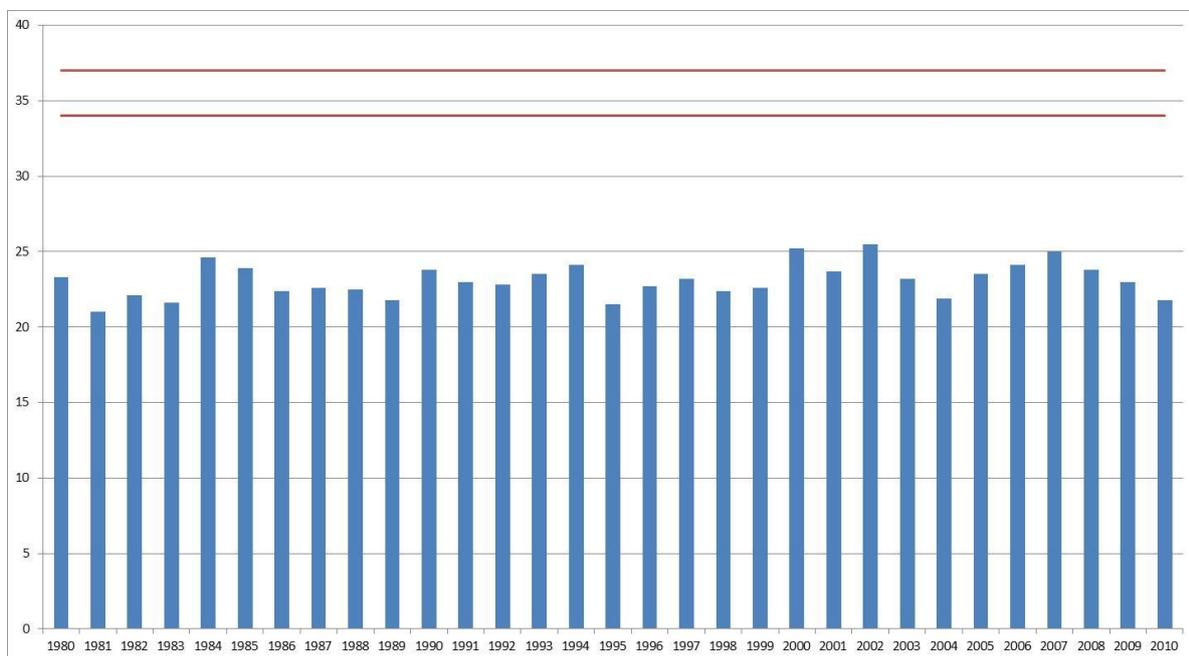


Gráfico 01: Temperatura no período de Brotação da cana-de-açúcar entre 1980 há 2010
Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá – INMET/UEM (1980 a 2010)
Org. por: Autores (2014)

Percebe-se que durante a série histórica de 30 anos, a temperatura média durante o mês de Outubro não atinge o valor considerado ótimo para a cultura canieira, que é entre 34 e 37 °C, porém dentro dos limites extremos que são 21 e 44 °C.

Já no Gráfico 02, de temperatura nos meses de estabelecimento, percebemos uma maior aproximação do ideal que segundo Barbieri é 32°C.

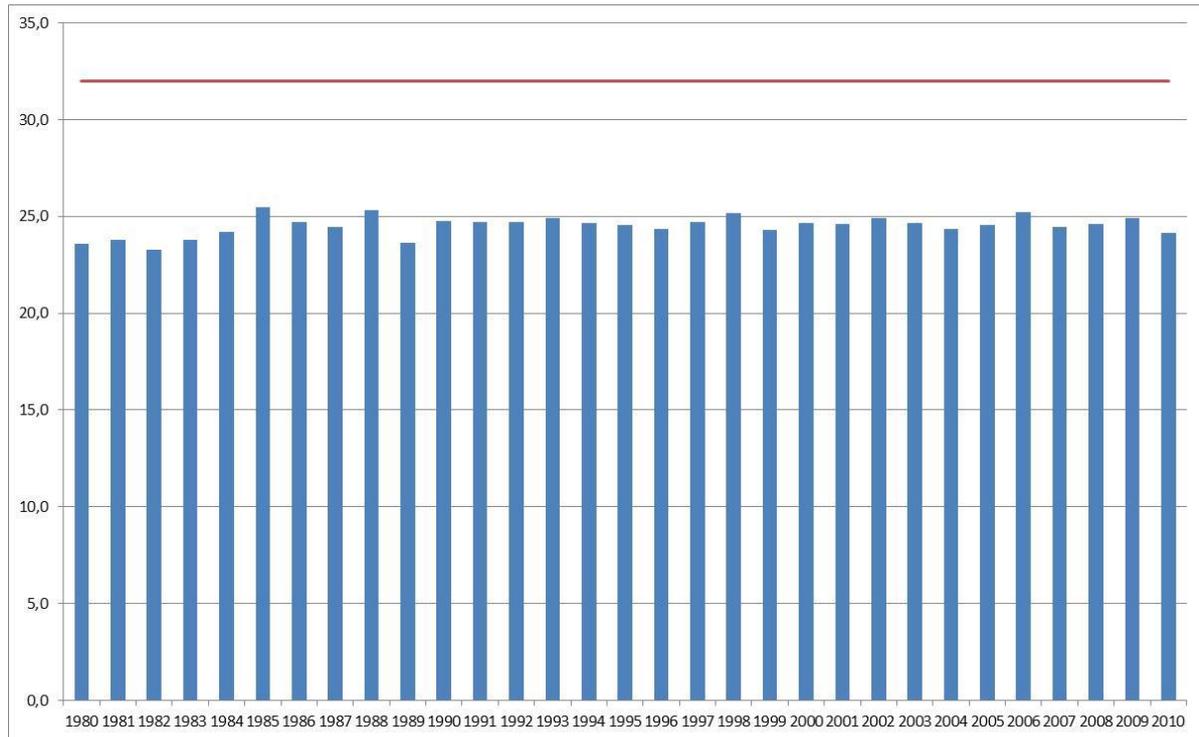


Gráfico 02: Temperatura no estágio de estabelecimento da cana-de-açúcar entre 1980 a 2010

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá – INMET/UEM (1980 a 2010)

Org. por: Autores (2014)

O período de crescimento adotado para o estudo foi compreendido entre os meses de fevereiro a julho, após isto a temperatura começa cair entrando na etapa final quando ocorre o acúmulo máximo de sacarose.

O Gráfico 3 que demonstra a temperatura compreendidas entre 1980 a 2010 para a fase fenológica do crescimento, podemos perceber que o cultivo de cana-de-açúcar, exige uma temperatura mais alta do que o obtido, sendo o ideal de 27°C a 32°C, e a série histórica variou entre 20°C a 24°C, contudo o próximo estágio fenológico compensa os valores desta fase, fazendo com que a produtividade não sofra de maneira significativa as condições desfavoráveis do clima nesta etapa.

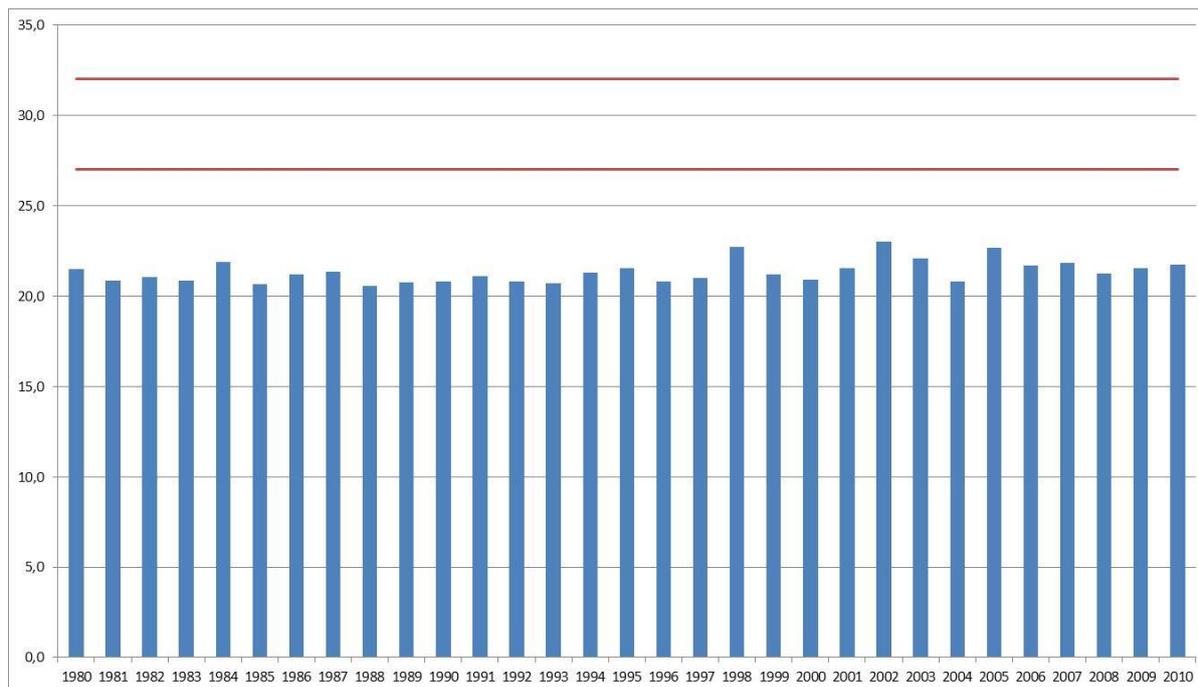


Gráfico 03: Temperatura na fase de crescimento da cana-de-açúcar entre 1980 a 2010.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá – INMET/UEM (1980 a 2010)

Org. por: Autores (2014)

A última etapa é a fase da maturação quando ocorre o acúmulo de sacarose, onde a exigência térmica da planta é de 21 °C. A série histórica mostra que nesse período (novembro e dezembro), as temperaturas tendem a ficar próximas da faixa considerada ótima para a cana-de-açúcar.

Quanto à umidade do solo, um suprimento adequado de água é essencial para o crescimento da cana. As necessidades hídricas da cana-de-açúcar vão de 1.500 a 2.500 milímetros, que devem ser distribuídos de maneira uniforme durante o período de desenvolvimento vegetativo, conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). Entretanto, estudos recentes têm mostrado que a quantidade de água necessária para a cultura atingir seu máximo potencial é em torno de 1.200 a 1.300 milímetros de acordo com a Embrapa (2014).

O Gráfico 05 aborda a precipitação acumulada durante o ciclo vegetativo da cana-de-açúcar, compreendido entre a brotação e a maturação, o que ocorre no período de 12 meses.

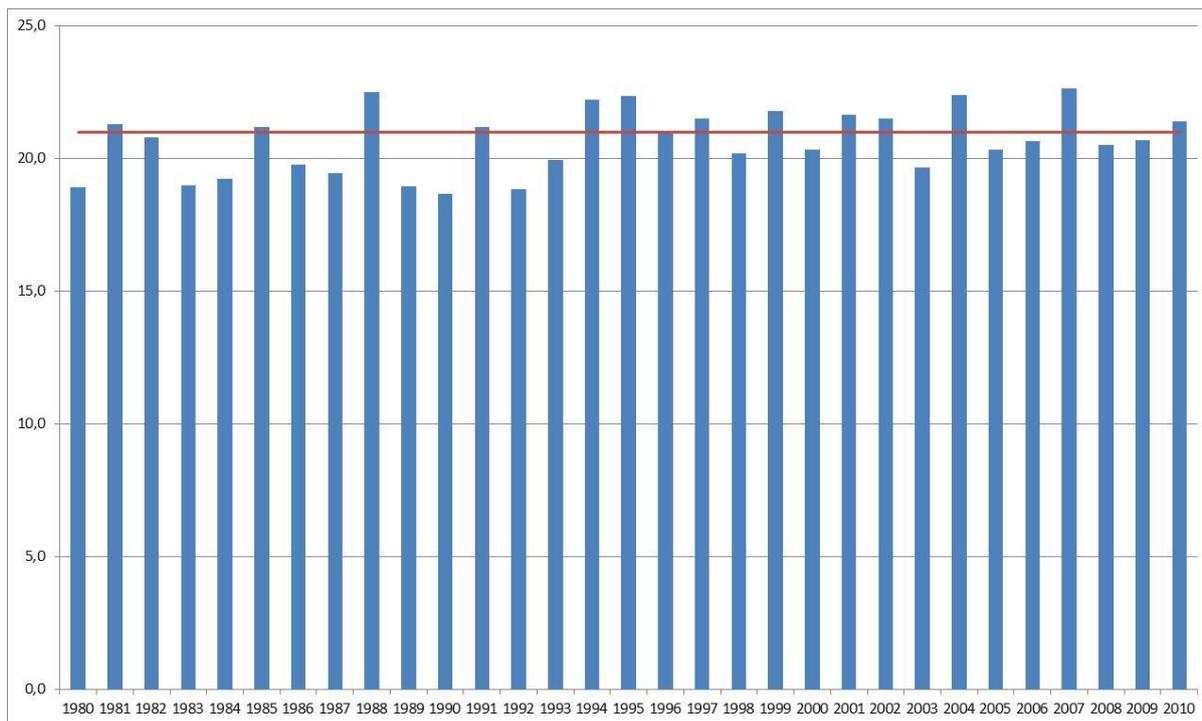


Gráfico 04: Temperatura no período de maturação entre os anos de 1980 a 2010
Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá – INMET/UEM (1980 a 2010)
Org. por: Autores (2014)

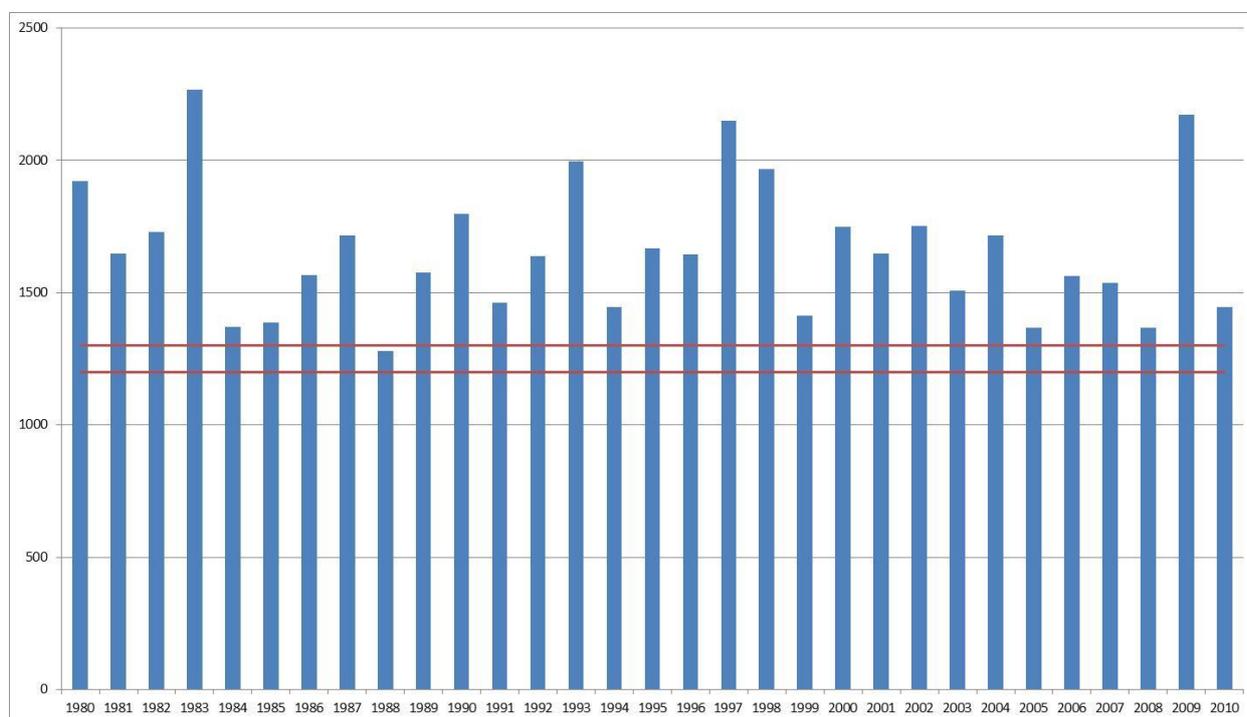


Gráfico 05: Índices pluviométricos entre os anos de 1980 a 2010
Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá – INMET/UEM (1980 a 2010)
Org. por: Autores (2014)



Observa-se que o total precipitado tende a ficar acima das exigências hídricas da planta. O alto volume de precipitação é uma característica do clima do Norte do Paraná, situado na zona de transição climática entre os climas Tropical e Subtropical, onde as chuvas são distribuídas ao longo de todo ano, com altura maior nos meses de verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro).

O Quadro 02 demonstra a produção total de cana-de-açúcar entre os cooperados da Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí, entre os anos de 2004 e 2010.

Nota-se que o ano de 2005 obteve-se a menor produção e a maior no ano de 2009. Como os elementos do clima mostraram-se uniformes, com pouca variabilidade, não é possível afirmar que influenciaram de maneira expressiva na produção desses anos, uma vez que a Cooperativa não informou a produtividade (t/ha).

| Ano | Total (t) |
|------|-------------|
| 2004 | 1.013.493,9 |
| 2005 | 711.435,7 |
| 2006 | 1.004.179,2 |
| 2007 | 1.318.690,8 |
| 2008 | 1.298.653,2 |
| 2009 | 1.369.165,8 |
| 2010 | 1.170.489,5 |

Quadro 02: Produção total anual de cana-de-açúcar dos cooperados da COOPERVAL (2004-2010)
Fonte: Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí (Relatório Interno)

5 - Considerações finais

Após a análise dos dados climáticos e, conhecendo-se as exigências da cana-de-açúcar por fases fenológicas, conclui-se que:

- durante as fases fenológicas da brotação, do estabelecimento e do crescimento, a temperatura da região Norte do Estado do Paraná se mostra abaixo da exigência térmica da planta, porém dentro dos limites extremos, os quais seriam prejudiciais;
- na fase fenológica da maturação, a temperatura se mostra dentro da exigência da planta;
- sobre a precipitação, a região Norte do Estado do Paraná apresenta um regime pluviométrico acima da exigência da cana-de-açúcar;
- apesar dos fatores climáticos se mostrarem insatisfatórios, seja por déficit, seja por excesso, a produção tem se mostrado satisfatória.



6 – Referências Bibliográficas

BRASÍL. FÁBIO RICARDO MARIN. (Ed.). **Relação entre cultura e clima**. 2014. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_10_711200516716.html>. Acesso em: 20 mai 2014.

CHAVES, Gilberto. *Influência do clima na produtividade da cana-de-açúcar*. Araçatuba: Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2011. 55p. **Monografia**. Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2011.

COOPERVAL (Jandaia do Sul). **Cooperativa Agroindustrial do Vale do Ivaí**. 2014. Disponível em: <<http://www.cooperval.coop.br/>>. Acesso em: 20 maio 2014.

FAO (Roma). **Top Production - Sugar Cane - 2012**. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 20 mai 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

MARIN, Fábio Ricardo *et al.* *Cana-de-açúcar*. In: MONTEIRO, B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. *Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho*. **Climatologia**, São Paulo, n. 1, p. 1-21, 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: IGEOG/USP, 1969. (Série Teses e Monografias, 1).

RAMOS, A. M. (Org.); SANTOS, L. A. R. (Org.); FORTES, L. T. G. (Org). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET, 2009.

SANT'ANNA NETO, L. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n.1, p. 119-129, 1998.

SORRE, M. **Les Fondements de la Geographie Humaine: lês fondaments biologiques**. 3. ed. Paris: Armand Colin, 1951.