

EXCEDENTES E DEFICIÊNCIAS HÍDRICOS NO SOLO ATRAVÉS DE PARÂMETROS EDAFOCLIMÁTICOS PARA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE TEODORO SAMPAIO – SP – BRASIL

Leandro Marcos Herreiro Braido
Universidade Estadual de São Paulo - UNESP
leandromarcosh@yahoo.com.br

José Tadeu Garcia Tommaselli
Universidade Estadual de São Paulo - UNESP
tadeu@fct.unesp.com.br

EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIAS HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL

Resumo

Está cada vez maior a produção de cana-de-açúcar no Brasil. Assim, o objetivo deste estudo é aplicar o balanço hídrico, de acordo com as precipitações pluviométricas e sua relação com as principais classes de solos, em setores delimitados através de características homogêneas (precipitação pluviométrica, tipo de solo e relevo). Espacializar os valores obtidos de excedentes e deficiências hídricas para o município de Teodoro Sampaio – São Paulo - Brasil e analisar seus possíveis efeitos para a produção da cana-de-açúcar. Foram obtidos dados de 15 postos pluviométricos e dados de temperatura. A série histórica foi de 1971 – 2007. Também foram obtidos dados SRTM e mapa de solos da área de estudo. Os resultados permitiram observar a delimitação de 2 setores com características de precipitação pluviométrica e temperaturas semelhantes e altitude e tipos de solos diferentes. O balanço hídrico por setor mostrou que o setor 2 é o mais favorável para a produção de cana-de-açúcar no município de Teodoro Sampaio.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, Teodoro Sampaio, Excedente hídrico, Deficiência hídrica.

Abstract

Sugar cane production in Brazil is widely expanding. For this reason this study applies water balance, according to precipitations and its relationships with the principals soils classes, in a sector delimited by homogeneous characteristics (rain, soil type and relief) and distributes spatiality the water deficits and surpluses in the Teodoro Sampaio county – São Paulo – Brazil. It was also performed and analysis of its possible effects on sugar cane production. It was used rain data from fifteen pluviometrics posts and temperature data from a reanalysis data, from 1971 to 2007. SRTM data and soil maps from the region were used too. Results allow the delineation of two sectors with similar rain and temperature features although altitude and soil types were different. The sectoral water balance had shown that sector 2 is the most suitable to sugar cane production in Teodoro Sampaio County, SP, Brazil.

Word-key: Sugar cane, Teodoro Sampaio, Water surplus, Water Déficit.

Introdução

Quando a produção de alimentos sobre influência de fatores climáticos favoráveis, combinados com as características dos solos e do relevo favoráveis, estes podem contribuir para potencializar as safras.

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de muitos produtos agropecuários. Atualmente a produção de bicompostíveis dá ao país a perspectiva de um grande crescimento econômico. Assim ganha cada vez mais espaço a produção de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), que para a economia do Brasil, particularmente para o Estado de São Paulo, é de suma importância, sendo uma das principais do Estado.

Hoje, a demanda por combustíveis renováveis, faz com que o Brasil ganhe destaque no cenário mundial, pelo fato de que possui a melhor tecnologia para a produção de álcool e o melhor produto para a extração do álcool que é a cana-de-açúcar. Atualmente, o Brasil, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), teve uma colheita de 624.501,170 de toneladas de cana-de-açúcar para a safra 2010 / 2011. Somente o Estado de São Paulo foi responsável por 64,5% da produção entre os Estados da região centro sul do país (BRASIL...online, 2012).

Para o município de Teodoro Sampaio a produção de cana-de-açúcar, de acordo com dados da Secretaria de Agricultura e abastecimento do Governo do Estado de São Paulo (SAASP) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), para a safra 2011 foi de 2.390,500 toneladas em 34.150 hectares. Estes níveis de produção ocorrem porque dentre os elementos que são importantes, o município, próximo a região de Presidente Prudente recebe precipitação pluviométrica suficiente para o cultivo da cana-de-açúcar.

A exigência hídrica suficiente para o bom desenvolvimento da cana-de-açúcar é em média 1.200 mm por ciclo vegetativo, necessidade esta de mais água nos primeiros meses de crescimento e posteriormente de um período seco para maturação. A irrigação, muitas vezes empregada, atua para que o déficit hídrico não ocasione a diminuição do rendimento da cultura. Mesmo em regiões consideradas climaticamente úmidas, a distribuição irregular das chuvas pode, em alguns períodos, limitar o desenvolvimento vegetativo. (UDOP... on line, 2011).

Sobre a cana-de-açúcar e seu sistema vegetativo, ela possui raízes fasciculadas podendo atingir até 4 m de profundidade, com 85% delas situadas nos primeiros 50 cm. Dentre as partes componentes da planta há o colmo, que é a parte que fica acima do solo, sustentando as folhas. Há também a região nodal quem engloba a gema, o anel de crescimento e a cicatriz foliar. É na gema que por ser formada de reentrâncias e de um poro germinativo, que ao germinar, emite um broto, que dá origem por sua vez a um novo colmo, contribuindo para o desenvolvimento da planta (EMBRAPA, 2004).

No setor agrícola, como na produção da cana-de-açúcar, que depende muito da precipitação pluviométrica anual, o balanço hídrico estimado para uma determinada região, revela as variações hídricas ocorridas nos solos da mesma, as quais nos transmitem informações a respeito do ritmo climático. A situação climática junto com a diferenciação de tipos de solos de uma região e o crescente emprego da tecnologia para minimizar a dependência desses condicionantes pode determinar se a produção agrícola terá ou não êxito. Outro fator relevante é a importância da

capacidade de produção dos solos, pois estes dependem muito de sua condição química, pois o uso intensivo pode exaurir tais elementos afetando o rendimento das colheitas.

Para o maior entendimento da questão edafoclimática, é necessário um estudo com uma longa série histórica de dados climáticos (precipitação e temperatura), de dados de solos (textura dos horizontes e variação da infiltração de água no solo), do relevo, da relação estabelecida com a sociedade (uso do solo da área) e da atuação econômica (aumento da produção da cana-de-açúcar). Estes fatores, com poucas pesquisas para muitas regiões do país, podem ajudar na previsão dos resultados relativos à produção, não só da cana-de-açúcar, bem como para as demais culturas.

Objetivo

Aplicar o balanço hídrico, de acordo com as precipitações pluviométricas e sua relação com as principais classes de solos, em setores delimitados através de características homogêneas (precipitação pluviométrica, tipo de solo e relevo). Espacializar os valores obtidos de excedentes e deficiências hídricas para o município de Teodoro Sampaio – São Paulo – Brasil e analisar seus possíveis efeitos para a produção da cana-de-açúcar.

Procedimentos metodológicos

Localizado na região do Oeste Paulista, ou também, na 10ª Região Administrativa do Estado de São Paulo, o município de Teodoro Sampaio (22°10'51" S - 52°07'56" O e 22°40'31" S - 52°39'23" O) possui 21.386 habitantes, segundo a estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Censo 2010), distante da capital paulista cerca de 560 km (**Figura 01**).

Para realização deste estudo foram utilizados dados de precipitação pluvial mensal de 15 postos pluviométricos encontrados no Pontal do Paranapanema ou UGRHI – 22 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) que abrangem a região de Teodoro Sampaio, obtido junto ao site www.sigrh.sp.gov.br. Juntamente com os dados de precipitação, os dados de temperatura foram obtidos em http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/Global2_Ts_2009/air_temp2009.tar.gz. Este arquivo digital contém as temperaturas médias mensais de todo o planeta, em formato de grade regular de 0,5° de latitude por 0,5° de longitude, do ano de 1900 até o ano de 2008, sendo atualizado todo ano. Deste conjunto foram selecionados apenas os dados do retângulo envolvente da região de estudo (latitudes variando entre 23°S e 21°S e longitudes variando entre 49°W e 54°W). A série histórica obtida foi de 1971 a 2007 (BRAIDO, 2010).

Os dados de produção da cana-de-açúcar foram solicitados a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo unidade de Presidente Venceslau.

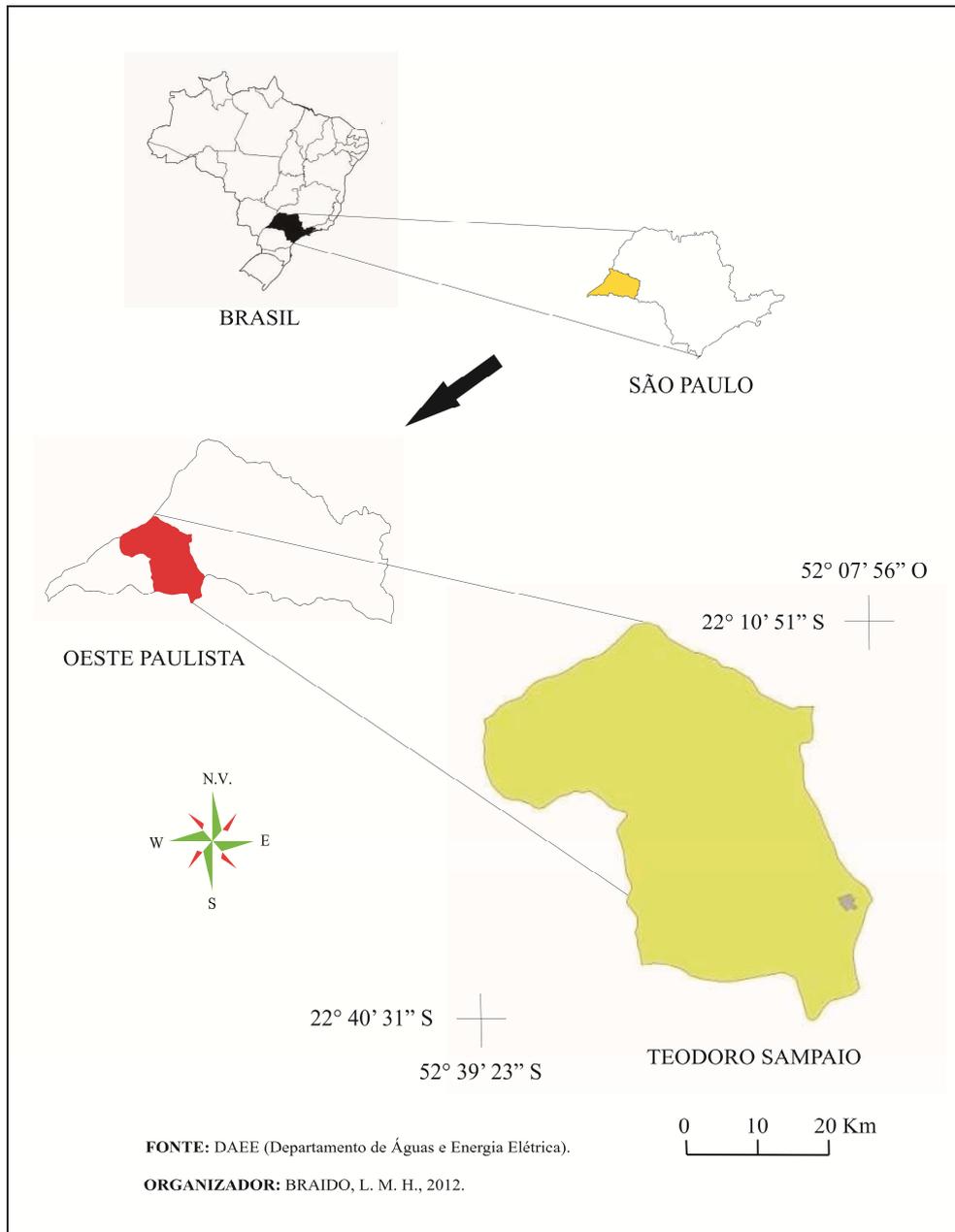


Figura 01 – Localização do município de Presidente Prudente.

Foram realizados cálculos através do programa *Excel*¹ para determinar a média da precipitação para os postos pluviométricos na escalas mensal, sazonal e anual. Este programa também será utilizado para realizar todos os cálculos no desenvolvimento da planilha eletrônica para a aplicação do balanço hídrico.

Para a elaboração dos mapas de isoietas (dados anuais), será utilizado o programa *Surfer*². A interpolação dos dados na grade do programa foi realizada através do método de *kriging*, considerado o mais adequado para este tipo de representação.

¹ Excel é marca registrada da Microsoft Corporation.

² Surfer é marca registrada da Golden Software Inc.

Para o mapa hipsométrico foram utilizados dados do tipo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), estudo elaborado pela NASA (Agência Espacial e Aeronáutica) que visou o mapeamento global em três dimensões. Estes dados topográficos, importantes para mapeamento, são distribuídos gratuitamente no Brasil pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>. Os dados referentes à área foram baixados e utilizados no programa *Global Mapper*³, para a elaboração do mapa hipsométrico da área de estudo.

O mapa de solos foi obtido dos trabalhos de Carvalho (1977) e Oliveira *et. al.* (1999), e as cores do mapa e nomenclatura dos solos seguiram os requisitos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Foram delimitados setores subjetivamente para a área de estudo considerando características climáticas, pedológicas e de relevo. Quanto à precipitação a setorização foi realizada em intervalos de 30 mm, a temperatura em intervalos de 0,3 °C. Quanto ao relevo a setorização foi realizada em intervalos de 100 m. Os solos foram setorizados de acordo com sua maior ocorrência dentro de um possível setor. A união dessas feições abrange o conceito de se ter uma visão sistêmica como mencionado por Bertrand (1971). Essa tarefa foi realizada em um SIG (Sistema de Informação Geográfica), através do programa ArcGis 9.2⁴.

Após essa setorização, foi aplicado o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), com as modificações preconizadas por Ranzani (1971), que usa dados de clima e de solos. Foi aplicado para as principais classes de solos encontradas na área de estudo, visando determinar o ritmo da água disponível em cada perfil de solo identificando as principais áreas de excedentes e deficiências hídricas. Os dados de CAD (capacidade de água disponível) foram retirados do trabalho de Carvalho (1977) e EMBRAPA (1982). Cada solo possui seu valor de capacidade de retenção de água ou uma capacidade de água disponível (CAD). Entende-se por excedente hídrico quando o solo atinge a sua capacidade máxima de retenção de água e ultrapassa o limite da CAD. A deficiência hídrica ocorre quando o armazenamento hídrico cai abaixo dessa capacidade de campo para cada solo específico ou a sua CAD. Os anos escolhidos para aplicação do balanço hídrico foram 1985, considerado ano seco e 1982, considerado ano chuvoso, de acordo com análise da série histórica selecionada.

Resultados e discussão

A média de precipitação pluviométrica anual para o Pontal do Paranapanema para a série histórica de dados de 1971 a 2007 foi de 1295,5 mm. Para a região de Teodoro Sampaio essa média ficou abaixo dos 1.230 mm. Os anos que apresentaram os mais elevados valores de precipitação foram 1972, 1976, 1982, 1983, 1989, 1997 e 1998. Esses anos apresentaram valores de precipitação de

³ Global Mapper é marca registrada da Global Mapper Software.

⁴ ArcGis é marca registrada da ESRI Inc.

mais de 200 mm superiores a da média de toda a série histórica. Os anos mais secos foram 1978, 1984, 1985, 1991, 2000, 2004, 2005 e 2006, apresentando valores inferiores aos 200 mm anuais abaixo da média histórica da região (**Figura 02**).

As médias mensais para todos os postos pluviométricos e para a estação meteorológica mostraram que o trimestre mais chuvoso é o de dezembro, janeiro e fevereiro, já o trimestre mais seco se concentrou em junho, julho e agosto. Uma parte considerável dos canaviais exige o preparo do solo e plantio a partir de setembro. Durante o ciclo de crescimento da planta até a época da colheita, a precipitação mantém bons níveis, de modo a não prejudicar o desenvolvimento (**Figura 03**).

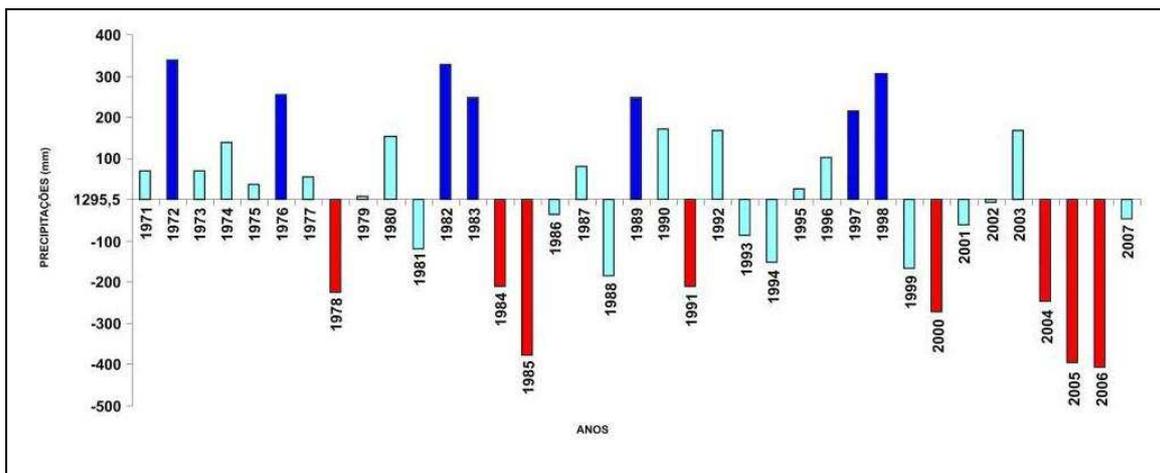


Figura 02 – Média e totais anuais pluviométricos para todos os postos pluviométricos estudados no Pontal do Paranapanema, região de Teodoro Sampaio – SP, no período de 1971 a 2007.

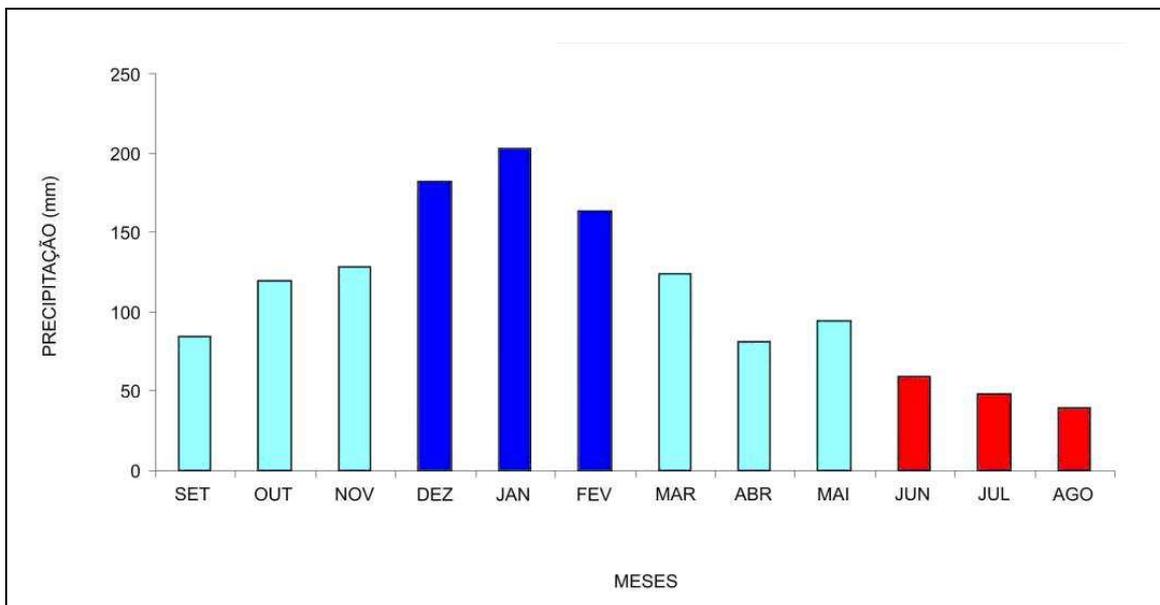


Figura 03 – Distribuição mensal da precipitação pluviométrica no Pontal, região de Teodoro Sampaio – SP, no período de 1971 a 2007.

Quanto à distribuição das chuvas de acordo com a série estudada de 1971 a 2007, a maior quantidade das precipitações está historicamente na porção leste e sudeste da área com valores superiores aos 1350 mm anuais e os menores valores se concentram na porção oeste, com valores por volta dos 1230 mm anuais. Com respeito à temperatura média anual para o período de 1971 a 2007 para o Pontal mostra que seus maiores valores, acima dos 23,3 °C estão historicamente localizados na região central da área e os menores valores se encontram nas regiões oeste e noroeste, por volta de 22,5 °C. Para Teodoro Sampaio os valores apresentam uma variação de 0,3 °C, sendo historicamente maiores os valores a sul/sudeste com temperaturas de 22,9 °C e menores a norte com 22,7 °C (**Figura 04**).

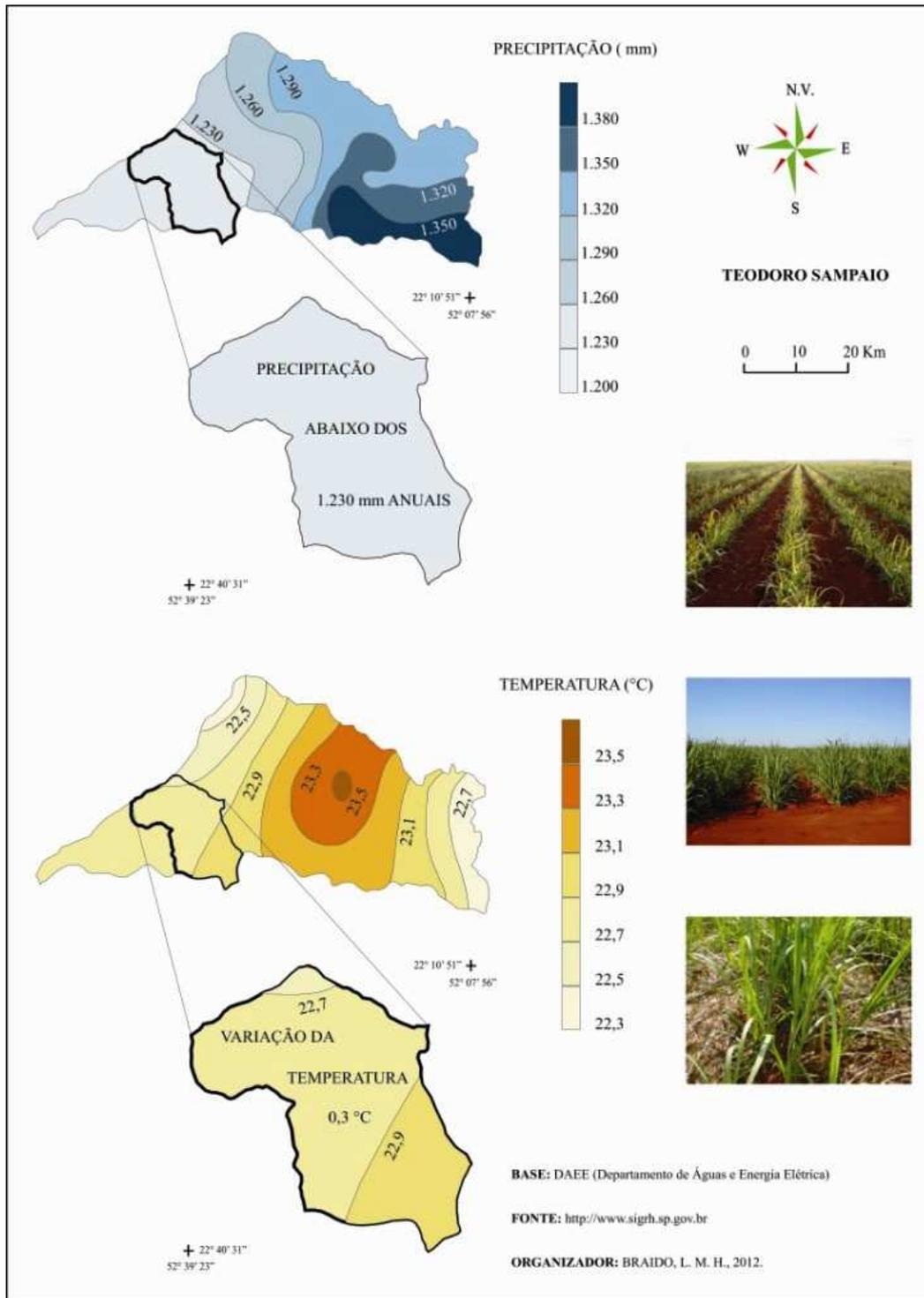


Figura 04 – Médias anuais de precipitação pluviométrica e de temperatura para o Pontal do Paranapanema, região de Teodoro Sampaio – SP, no período de 1971 – 2007.

Os solos encontrados na área de estudo são os *Argissolos Vermelhos*, os *Argissolos Vermelho-Amarelos*, os *Latossolos Vermelhos* e os *Neossolos Litólicos*. Os que apresentam maior ocorrência são os *Argissolos Vermelhos* e os *Latossolos Vermelhos*. De acordo com Oliveira (1999), estes, os argissolos e os latossolos são os que possuem maior expressão espacial no Estado de São Paulo e também para o município de Teodoro Sampaio. São solos que possuem boa profundidade, atingindo

em muitos casos os 200 cm, o que é satisfatório para o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (Figura 05).

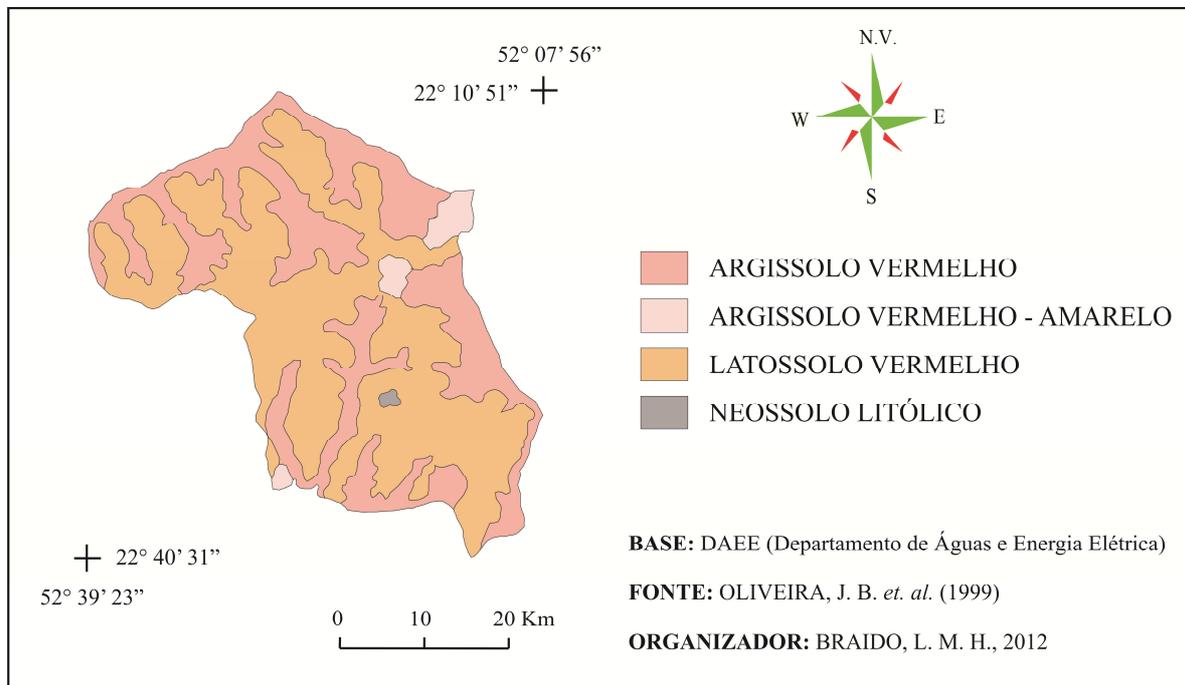


Figura 05 – Solos encontrados no município de Teodoro Sampaio – SP.

Sobre o relevo encontrado na área de estudo, percebe-se uma variação na altitude de 339 m. As áreas mais baixas, entre 250 e 400 m de altitude, são encontradas nas extremidades do município onde se encaixam as calhas dos rios Paranapanema a sul e Paraná a norte. As porções centrais apresentam os maiores valores de elevação com espigões muitas vezes acima dos 500 m (Figura 06).

Depois de toda esta consideração de características naturais do município de estudo, foi realizado a setorização. Os critérios para a delimitação dos setores obedeceram a requisitos de intervalos expressivos nos índices de precipitação pluviométrica (30 mm), temperatura (0,3 °C) e altitude (100 m).

A junção das características físicas (precipitação, temperatura, relevo e tipos de solos), foi realizada em um SIG (Sistema de Informação Geográfica), no programa ArcGis 9.2. Foram inseridas todas as bases cartográficas no programa. Essa união foi conseguida através do caminho: Ferramenta “union”, ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Union). Após esse processo foram criados 2 principais setores. A idéia esquemática da setorização e o resultado dessa operação se encontram na figura 07.

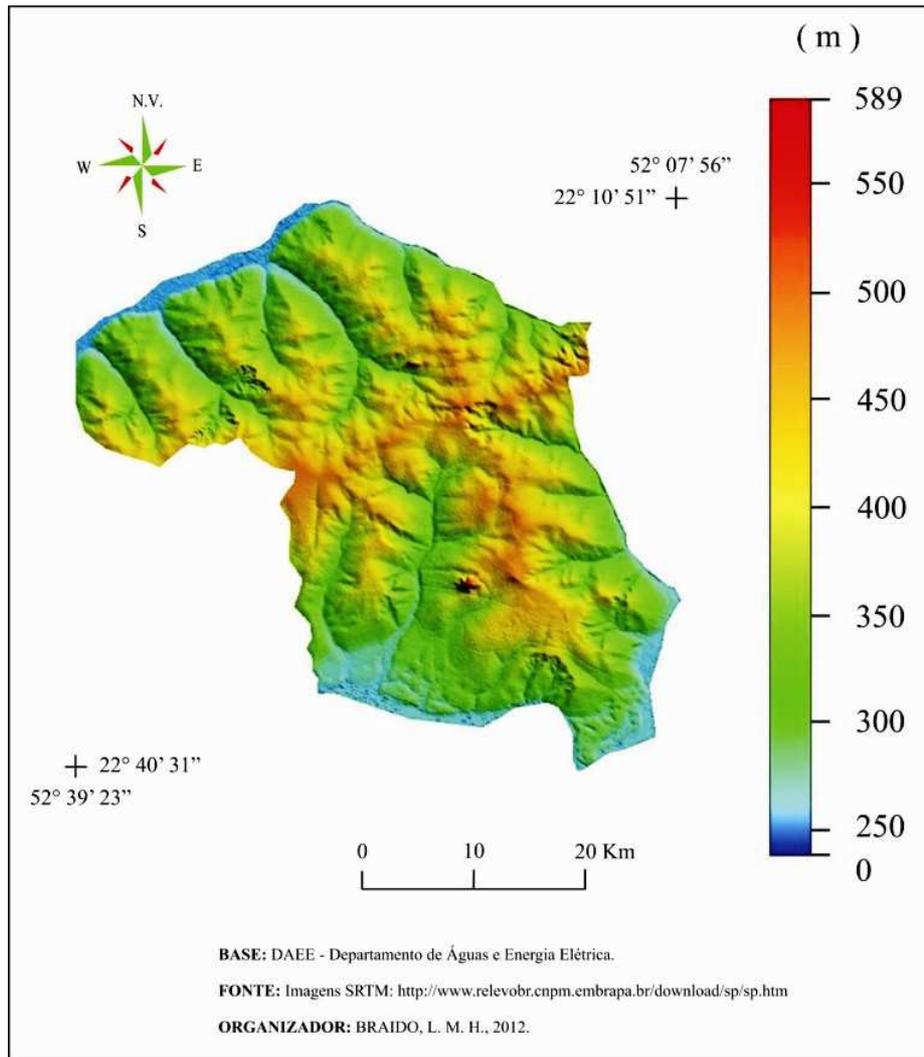


Figura 06 – Mapa hipsométrico do município de Teodoro Sampaio.

A homogeneização e setorização de elementos naturais sobre um dado território faz com que a análise seja mais detalhada. A setorização criada (Figura 07) nos permite observar que embora a precipitação e temperatura para a área estudada foi a mesma para os setores 1 e 2, a altitude e a ocorrência dos tipos de solos são diferentes, isso resultará em diferentes valores para a produção de cana-de-açúcar.

O próximo passo foi a aplicação do balanço hídrico para os anos seco (1985) e chuvoso (1982) em cada um dos setores estabelecidos. Os resultados estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 1.

Solos	Textura	CAD (mm)	Excedentes (mm)		Deficiências (mm)	
			1982	1985	1982	1985
ARGISSOLO VERMELHO	Arenosa/Média	228,1	365,9	0,0	0,0	285,9
ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO	Arenosa/Média	79,8	165,2	38,2	125,2	434,2
LATOSSOLO VERMELHO	Média	70,4	523,6	47,6	134,6	443,6

Tabela 2 – Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 2.

Solos	Textura	CAD (mm)	Excedentes (mm)		Deficiências (mm)	
			1982	1985	1982	1985
ARGISSOLO VERMELHO	Arenosa/Média	228,1	504,9	0,0	0,0	0,0
ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO	Arenosa/Média	79,8	653,2	0,0	40,2	0,0
LATOSSOLO VERMELHO	Média	70,4	662,6	0,0	49,6	0,0
NEOSSOLO LITÓLICO	Média	84,5	648,5	0,0	35,5	0,0

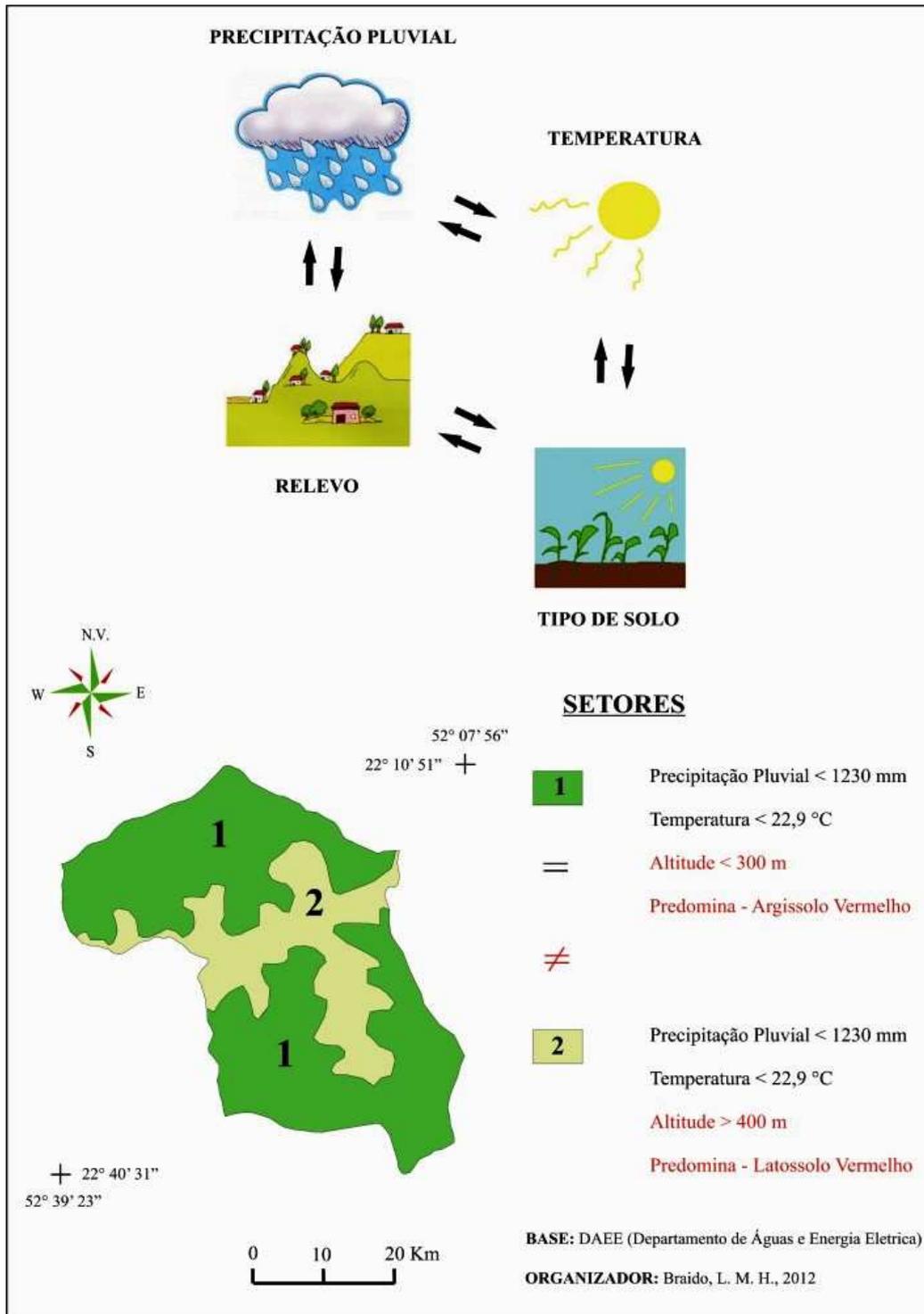


Figura 07 – Setorização de Teodoro Sampaio através da precipitação, temperatura, altitude e tipos de solos.

Os resultados nos permitem verificar que o setor 2 é o indicado para uma produção mais satisfatória de cana de açúcar. Os resultados mostram que os maiores excedentes hídricos e as menores deficiências hídricas estão nesse setor, tanto para o ano seco de 1985, como para o ano chuvoso de 1982. Atualmente e seguindo essa lógica, as áreas de cana-de-açúcar na safra 2011 estiveram próximas a área de atuação do setor 2 e um dos motivos para isso é o que esse estudo apontou. O setor 1 também pode oferecer resultados satisfatórios quanto à produção, mais nos períodos do ano de menores

precipitações os canaviais poderão sofrer um maior estresse hídrico comparado ao setor 2 e se prolongado o período seco o resultado negativo para produção será maior no setor 1, (Figura 08).

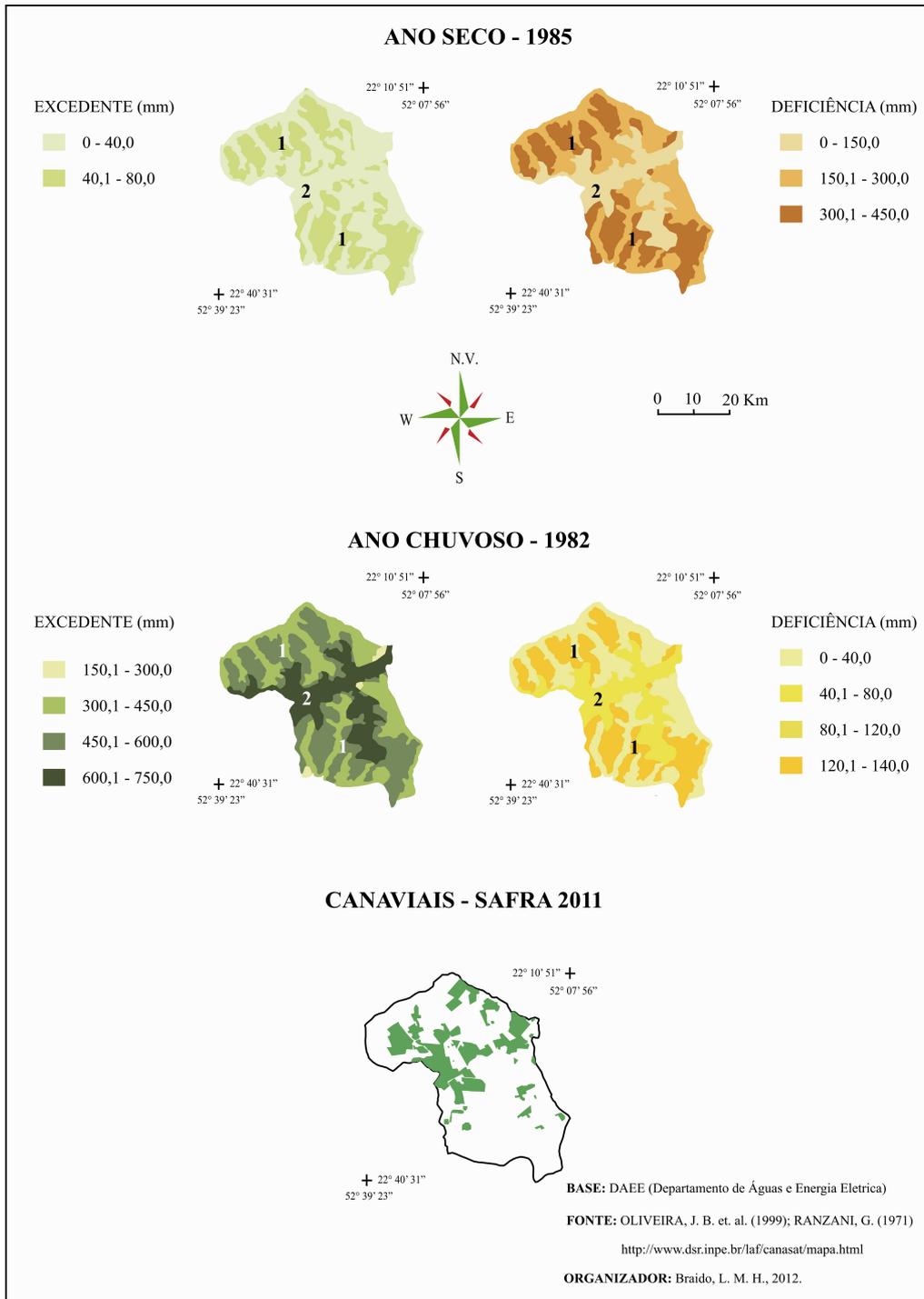


Figura 08 – Excedentes e deficiências hídricas espacializadas (82/85) para Teodoro Sampaio – SP.

Conclusão

Os resultados apresentados nesse estudo podem ser utilizados no planejamento para expansão de novas áreas de plantio de cana-de-açúcar no município de Teodoro Sampaio. Mais do isso

apresentam uma proposta para análise de características naturais em conjunto, o que é muito importante em geografia. No caso desse estudo, auxilia em como potencializar a produção da cana-de-açúcar em um dado território.

A união dos elementos da natureza apoiando-se nos princípios de uma visão sistêmica enriquece os estudos ambientais. Espera-se que mais formas de analisar o assunto considerado possam sempre lançar luz sobre o tema, para que as atividades humanas, como a produção de cana-de-açúcar, ocorram de modo mais eficiente.

Referências bibliográficas

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra.** USP – Instituto de Geografia, n. 13, São Paulo, 1971, 27 p.

BRAIDO, L. M. H. Caracterização edafoclimática e proposta para a determinação do risco de redução de safra na região do Pontal do Paranapanema – SP. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente: s.n, 2010, 125 p.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Evolução de produtividade e produção da cana-de-açúcar no Brasil por regiões e Estados produtores.** Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/area_cultivada/07out11_area_produtividade_brasil.pdf> Acesso em: 29 fev. 2012.

CARVALHO, W. A. (Coord.) Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Santo Anastácio. **Boletim Científico**, n° 2, vol. 1 e 2, Presidente Prudente, 1977, 490 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponibilidade de água de solos do norte de Minas Gerais, área de atuação da SUDENE. **Boletim de Pesquisa** n° 8 Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, 1982, 22 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Melhoramento da cana-de-açúcar.** Ed. Técnicos, CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Brasília, DF. Ed. EMBRAPA. Informação tecnológica, 2004, 307 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Ed. Técnicos, Santos, Humberto Gonçalves dos, et. al. 2° ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

OLIVEIRA, J. B. **Solos do Estado de São Paulo: Descrição das classes registradas no mapa pedológico.** Boletim Científico. Campinas: Instituto Agrônomo, São Paulo, Junho de 1999, 108 p.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 64 p.

RANZANI, G. **Marcha anual da água disponível no solo.** Piracicaba, ESALQ, Centro de Estudos dos Solos, 1971, 14 p.

THORNTWAITE, C. W; MATHER, J. R. **The water balance climatology.** Centerion, 1955, V.8 n° 1: p.1-86.

UDOP, União dos Produtores de Bioenergia. **A cana-de-açúcar e os solos de Minas Gerais.** Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=987>> Acesso em: 02 fev 2011.