



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

LEANDRO MARCOS HERREIRO BRAIDO

***GEOCOMPLEXO: INTERAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E SOCIAIS -
PRODUÇÃO E EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO PARANAPANEMA - PR / SP***

Presidente Prudente

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

LEANDRO MARCOS HERREIRO BRAIDO

**GEOCOMPLEXO: INTERAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E SOCIAIS -
PRODUÇÃO E EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO PARANAPANEMA - PR / SP**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, linha de pesquisa: Dinâmica e Gestão Ambiental, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP de Presidente Prudente, para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: José Tadeu Garcia Tommaselli

Presidente Prudente

2015

Braido, Leandro Marcos Herreiro.
B799e Geocomplexo: Interação de elementos naturais e sociais -
Produção e expansão da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio
Paranapanema - PR / SP. - Presidente Prudente : [s.n], 2015
182 f. : il.

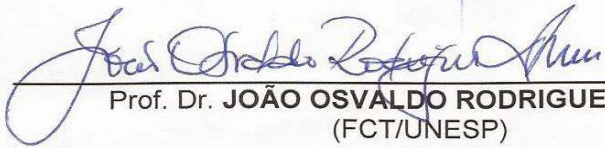
Orientador: José Tadeu Garcia Tommaselli
Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Geografia. 2. Cana-de-açúcar. 3. Bacia Hidrográfica do
Paranapanema. I. Braido, Leandro Marcos Herreiro. II. Tommaselli,
José Tadeu Garcia. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Ciências e Tecnologia. IV. Título.

BANCA EXAMINADORA



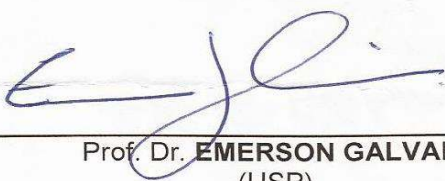
Prof. Dr. **JOSÉ TADEU GARCIA TOMMASELLI**
ORIENTADOR



Prof. Dr. **JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES**
(FCT/UNESP)



Prof. Dr. **LEANDRO ZANDONADI**
(UEM)



Prof. Dr. **EMERSON GALVANI**
(USP)



Profa. Dra. **MARIA CLEIDE BALDO**
(UTF)



LEANDRO MARCOS HERREIRO BRAIDO

Presidente Prudente (SP), 08 de setembro de 2015.

RESULTADO: APROVADO

AGRADECIMENTOS

A realização de uma pesquisa e elaboração de uma tese de doutorado é um trabalho árduo. No entanto, algumas pessoas de nossas vidas nos dão apoio e força para continuar a trabalhar. Assim, gostaria de agradecer:

Em primeiro lugar a Jeová Deus (Salmo 83:18), por me tratar com dignidade, pela sua contínua orientação e treinamento dado através de sua organização que, para mim, é clara evidência de real interesse nos seres humanos.

Agradeço a minha família, primeiramente a minha esposa e "companheira de campo", Núbia Mara Ribeiro Braido, pelo amor, carinho e apoio ao meu trabalho.

Também a meu pai, João Dimas Braido, a minha mãe, Marlene Herreiro Braido e minha irmã Elaine Herreiro Braido.

Gostaria de mencionar e agradecer alguns amigos, colegas de trabalho e instituições que também se fizeram presentes.

A meu amigo e orientador o Professor Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli, que me deu liberdade para a realização da pesquisa, sinal de sua confiança. Aprecio sua experiência de trabalho em lidar com os colegas de profissão, com seus alunos do curso de Geografia e orientandos. Esses ensinamentos são importantes para a carreira de qualquer profissional, de alguém razoável que trata bem as pessoas. Compartilho profundamente com esse princípio de trabalho e pretendo incorporá-lo a minha própria carreira.

Agradeço ao amigo e Professor Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes, pelo companheirismo durante todos os anos de pós-graduação. Aprendi muito com seu exemplo de incansável trabalhador, alguém que se doa pela profissão, mas que, acima de tudo, através do entusiasmo e convicção de suas falas revela que ama o que faz. Gostaria em muito de me assemelhar em tais características.

Sou grato ao Professor Dr. Antônio Cezar Leal, alguém também habilidoso na arte de saber lidar com as pessoas, pela posição sempre favorável em disponibilizar dados importantes para minha pesquisa, junto ao grupo de pesquisa GADIS - Gestão Ambiental e Dinâmica Sócio-espacial, instituição a quem também expresso gratidão. Nesse contexto preciso agradecer também a Rafael da Silva Nunes, importante integrante do grupo, que auxiliou na aquisição de bases cartográficas fundamentais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Agradeço também a Prof.(a) Dr.(a) Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, por ter participado de minha qualificação e por suas sugestões respeitadas e construtivas para que minha pesquisa apresentasse um nível maior de eficiência. Sempre que estive em sua presença suas opiniões vieram acompanhadas de bom senso e respeito, algo que aprecio muito.

Faço referência também ao Prof. Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff, integrante da equipe CANASAT - Monitoramento de cana-de-açúcar do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, por disponibilizar dados vitais de monitoramento das áreas de cultivo da cana-de-açúcar.

Sou grato também ao Laboratório de solos da Unesp de Presidente Prudente, a seu funcionário o Victor Emmanuel Albertin Verissimo e ao seu coordenador, já mencionado, o Prof. João pela prontidão na realização das análises das coletas de solos.

Agradeço também a destilaria pertencente a Cooperativa Agroindustrial Nova Produtiva, a seu gerente agrícola Ângelo Alexandre Borazzio, a coordenadora técnica Norma Suely de Melo Prado e ao funcionário Rafael Henrique de Souza pela ajuda em algumas questões técnicas.

Faço referência também a Duke Energy, a Maurício Fava Rúbio, por me permitir acompanhar um pouco de suas atividades dentro de minha área de estudo.

Gostaria de agradecer também a todos os companheiros da pós-graduação por compartilhar momentos de descontração e preocupação com o andamento da pesquisa.

Agradeço ao amigo Juliano Rodrigo Meireles, pela prontidão em ajudar quando solicito seu apoio.

Preciso agradecer também a instituição que propiciou a realização de meu doutorado a UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de Presidente Prudente) bem como muitos de seus funcionários. Agradeço especialmente aos funcionários da seção de Pós-Graduação (a sua supervisora Ivonete, aos funcionários Aline, André, Cíntia e Leonardo, bem como aos estagiários Jéssica e Murilo) que sempre se mostraram muito prestativos.

Não posso deixar de mencionar e agradecer a instituição financiadora de minha pesquisa a FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), que granjeou meu profundo respeito pela seriedade e profissionalismo em conduzir suas atividades.

A TODO AQUELE QUE PERDEU ALGUÉM ESPECIAL...

Deus não é responsável pelo sofrimento...

"Quando estiver sob provação, que ninguém diga: "Estou sendo provado por Deus." Pois, com coisas más, Deus não pode ser provado, nem prova a ninguém". (Tiago 1:13)

Deus não é responsável pela morte...

"É por isso que, assim como por meio de um só homem o pecado entrou no mundo, e a morte por meio do pecado, e desse modo a morte se espalhou por toda a humanidade, porque todos haviam pecado". (Romanos 5:12)

Quem morreu não sabe de nada...

"Pois os vivos sabem que morrerão, mas os mortos não sabem absolutamente nada, nem têm mais recompensa, porque toda lembrança deles caiu no esquecimento". (Eclesiastes 9:5)

Então Deus não condena ninguém ao inferno de fogo para o sofrimento eterno...

"Pois o salário pago pelo pecado é a morte..." (Romanos 6:23)

Conclusões simples:

1 - Não é Deus quem causa a morte, por isso não diga que isso é da vontade Dele...

2 - Quem morreu não está em lugar algum, está inconsciente, dormindo no sono da morte...

Pergunta: Então qual será a solução?

"E eu tenho esperança em Deus, esperança que esses homens também têm, de que haverá uma ressurreição tanto de justos como de injustos". (Atos 24:15)

"...vem a hora em que todos os que estão nos túmulos memoriais ouvirão a voz dele e sairão..." (João 5:28, 29)

Resposta: Ressurreição



RESUMO

Em busca de novos combustíveis como alternativas aos de fontes fósseis (petróleo), muitos países tem desenvolvido pesquisas a fim de encontrar a melhor saída. O Brasil se destaca no cenário mundial com a produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), matéria prima do Álcool (etanol), considerado um agrocombustível, pois sua produção, tipicamente monoculturista, atende aos anseios do agronegócio. A área escolhida para a tese foi a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, ou de acordo com a CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) a UGRHI – Paranapanema (Unidade de Gestão de Recursos Hídricos – Paranapanema), constituída de 247 municípios em uma área de 105.921 Km². O objetivo desse estudo foi caracterizar a produção da cana-de-açúcar utilizando uma análise sequencial de trajeto e aplicar o balanço hídrico em setores delimitados por elementos semelhantes de clima, solos e relevo, sob o prisma do conceito geocomplexo. Considerou-se o geocomplexo como um conceito que engloba as geofácies e geótopos bem como as relações estabelecidas entre elementos bióticos, abióticos e antrópicos em uma escala de análise geográfica. O reflexo dessa conceituação foi a aplicação do que nomeou-se de análise sequencial de trajeto, que é a variação entre os tipos de relevo, de solos e culturas desenvolvidas encontradas no decorrer de um trajeto pré-estabelecido entre um ponto (A), e outro (B). Esta análise envolve a sobreposição de bases cartográficas, bem como a coleta de amostras de solos em pontos escolhidos no decorrer dos trajetos e de material de imagem das culturas estabelecidas no local. Para uma caracterização climática foi utilizada a série histórica de dados climáticos (precipitação e temperatura) de 1970 a 2010. Para o acompanhamento da expansão da cultura da cana-de-açúcar na área de estudo foram obtidos junto ao CANSAT/INPE os valores e polígonos referente a área de cultivo entre os anos de 2005 a 2012. Além disso, foram delimitados 6 setores de precipitação (com variação de 200 mm entre um e outro) e temperatura (com variação de 3 a 4°C). Em seguida foi aplicado o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955). A análise sequencial de trajetos permitiu entender o papel que a temperatura e o relevo tem em limitar a cultura da cana-de-açúcar principalmente na porção sul da área de estudo, não sendo neste caso, a precipitação o fator determinante. De acordo com o resultado da aplicação do balanço hídrico, o setor 1 apresenta os menores valores de excedentes hídricos e os maiores valores de deficiências hídricas. No entanto, é nesse setor onde a cultura da cana ocorre com maior intensidade, assim, os valores, principalmente de deficiência hídrica, na média, não essenciais para impedir o desenvolvimento vegetativo da cultura. Do ponto de vista do planejamento da expansão da cultura da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, os setores 2 e 3 apresentam condições melhores para suportar anos em que as precipitações pluviométricas forem inferiores a média ou muito concentradas.

Palavras-Chave: Cana-de-açúcar, agrocombustíveis, bacia hidrográfica do rio Paranapanema, geocomplexo, excedentes hídricos, deficiências hídricas.

ABSTRACT

Searching for new fuels as alternatives to the fossils ones many countries had developed researches in order to find the best way. Brazil stands out in the worldwide scenario by its sugarcane (*Saccharum spp*) production, raw material to ethanol synthesis, regard as an agrofuel as its production is typically mono-culture plantations complying with agrobusiness concerns. The chosen area for the thesis was the Paranapanema watershed or, accordingly with National Council of Water Resouces, the Paranapanema UGRHI (Management Unity for Water Resources – Paranapanema) established with 247 counties in a area of 105,921 km². The aim of this study was to characterize the sugar cane production by means of a path sequential analysis and application of the water balance in sector delimited by analogous elements of climate, soils and relief, applying the geocomplex concept. By means of geofacies and geotopos and the relations among biotic, abiotic and anthropic elements in a geographical scale of analysis it was applied the path sequential analysis, as nominated by this study, which is the variation among the types of relief, soils and crops found in a established path between two points. This analysis implies overlapping cartographic basis as to collect soil samples and images from the crops in chosen places in the determined path. Climate characterization was performed by means of a historical series of climate data (precipitation and temperature) from 1970 to 2010. In order to accomplish the sugarcane expansion in the study area it was obtained the values and polygons of the cropping areas during the 2005-12 time interval from the CANASAT/INPE. Besides it was delimited six precipitation sectors (intervals of 200 mm each) and temperature (intervals of 3-4° C each). After that it was applied the Thornthwaite and Matter water balance. The path sequential analysis allows understanding the role temperature and relief plays limiting sugarcane cropping mainly in the south part of the study area, evincing precipitation is not a determining factor, in that case. As shown by the water balance results sector 1 has the lowest water surplus indexes and the highest water deficits. However this sector has the most intense sugarcane cropping, proving that the water deficits are not enough to impede the vegetative development of the crop. From the point of view of the sugarcane expansion planning in the Paranapanema watershed, sector 2 and 3 presented better conditions to bear years when precipitations were under average or very concentrated.

Keywords: Sugarcane, agrofuels, Paranapanema watershed, geocomplex, water surplus, water deficit.

LISTA DE FIGURAS

01 -	<i>Localização da área de estudo - bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	26
02 -	<i>Esquema teórico aplicado na tese.....</i>	31
03 -	<i>Unidades de Gestão e principais rios da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	37
04 -	<i>Fluxo de entrada de imigrantes no Brasil pelo Estado de São Paulo entre 1890 a 1937.....</i>	40
05 -	<i>Distribuição da população na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	44
06 -	<i>Variações percentuais acumuladas em relação às safras anteriores.....</i>	45
07 -	<i>Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema entre 2005 a 2012.....</i>	46
08 -	<i>Trajetos estabelecidos para realização da análise sequencial e localização dos pontos de coletas das amostras de solos.....</i>	53
09 -	<i>Roteiro metodológico utilizado para elaboração da tese.....</i>	57
10 -	<i>Partes do sistema vegetativo da cana-de-açúcar.....</i>	64
11 -	<i>Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Estado do Paraná.....</i>	71
12 -	<i>Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Estado de São Paulo.</i>	72
13 -	<i>Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para os Estados do Paraná, São Paulo e para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP em 2005.....</i>	74
14 -	<i>Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para os Estados do Paraná, São Paulo e para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP em 2012.....</i>	75

15 -	<i>Percentual de área de cana-de-açúcar nos principais Estados produtores.....</i>	76
16 -	<i>Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Localização das destilarias / usinas em operação e projetadas no Brasil.....</i>	77
17 -	<i>Atual localização das destilarias / usinas (2015) e área para o cultivo da cana-de-açúcar em 2012 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	79
18 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Médio Paranapanema - SP.....</i>	81
19 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Piraponema - PR.....</i>	82
20 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Pontal do Paranapanema.....</i>	83
21 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Norte Pioneiro - PR.....</i>	84
22 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Alto Paranapanema - SP.....</i>	85
23 -	<i>Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Tibagi - PR.....</i>	86
24 -	<i>Mapa geológico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	92
25 -	<i>Mapa geomorfológico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	95
26 -	<i>Mapa hipsométrico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	96

27 -	<i>Mapa de solos, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	101
28 -	<i>Gráfico da precipitação pluviométrica anual e gráficos da distribuição mensal (Precipitação e temperatura) e sazonal (Precipitação) para a série histórica de 1970 a 2010.....</i>	103
29 -	<i>Principais massas de ar atuantes na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	104
30 -	<i>Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (trimestre chuvoso - verão), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	106
31 -	<i>Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de março, abril e maio (outono), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	107
32 -	<i>Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de junho, julho e agosto (trimestre seco - inverno), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	107
33 -	<i>Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de setembro, outubro e novembro (primavera), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	109
34 -	<i>Média da temperatura para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (trimestre chuvoso - verão), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	109
35 -	<i>Média da temperatura para os meses de março, abril e maio (outono), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	110
36 -	<i>Média da temperatura para os meses de junho, julho e agosto (trimestre seco - inverno), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....</i>	110

37 - Média da temperatura para os meses de setembro, outubro e novembro (primavera), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....	111
38 - Precipitação pluviométrica média anual e temperatura média anual, 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.	112
39 - Análise sequencial de trajeto - Itapetininga - SP / Astorga - PR.....	117
40 - Análise sequencial de trajeto - Irati - PR / Itapetininga - SP.....	121
41 - Análise sequencial de trajeto - Astorga - PR / Irati - PR.....	125
42 - Análise sequencial de trajeto - Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP.....	129
43 - Análise sequencial de trajeto - Presidente Prudente - SP / Astorga - PR.....	135
44 - Setorização estabelecida através das precipitações e temperaturas médias anuais da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP... ..	137
45 - Setorização sobreposta ao mapa de solos para a aplicação do balanço hídrico.....	138
46 - Excedentes hídricos espacializados (dados climáticos 1970 - 2010) para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....	140
47 - Deficiências hídricas espacializadas (dados climáticos 1970 - 2010) para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP.....	141

LISTA DE TABELAS

01 -	Área de produção de cana-de-açúcar da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (BHP) - 2005 a 2012.....	73
02 -	Área de produção (ha) de cana-de-açúcar da vertente paulista e paranaense da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (BHP) - 2005 a 2012.....	80
03 -	Níveis de macro e micronutrientes adequados para a cana-de-açúcar..	113
04 -	Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Itapetininga - SP / Astorga - PR.....	115
05 -	Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Itapetininga - SP / Astorga - PR.....	116
06 -	Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Irati - PR / Itapetininga - SP.....	119
07 -	Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Irati - PR / Itapetininga - SP.....	120
08 -	Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Astorga - PR / Irati - PR.....	123
09 -	Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Astorga - PR / Irati - PR.....	124
10 -	Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP.....	127
11 -	Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP.....	128
12 -	Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Presidente Prudente - SP / Astorga - PR.....	131
13 -	Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Presidente Prudente - SP / Astorga - PR.....	133

LISTA DE ANEXOS

01 -	<i>Municípios com número de habitantes da vertente paranaense que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paranapanema.....</i>	155
02 -	<i>Municípios com número de habitantes da vertente paulista que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paranapanema.....</i>	159
03 -	<i>Endereço das destilarias / usinas localizadas na bacia hidrográfica do rio Paranapanema PR / SP - Vertente Paulista.....</i>	162
04 -	<i>Endereço das destilarias / usinas localizadas na bacia hidrográfica do rio Paranapanema PR / SP - Vertente Paranaense.....</i>	169
05 -	<i>Precipitações e temperaturas médias anuais (1970 - 2010) utilizadas para a aplicação do balanço hídrico.....</i>	174
06 -	<i>Resultados da aplicação do balanço hídrico - Thorntwaite & Mather (1955) - para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema.....</i>	175
07 -	<i>Gráficos do balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema.....</i>	177

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	-	<i>Horizonte A</i>
Al	-	<i>Alumínio</i>
ATR	-	<i>Açúcar Total Recuperável</i>
B	-	<i>Boro</i>
B	-	<i>Horizonte B</i>
BHP	-	<i>Bacia Hidrográfica do Paranapanema</i>
Bi	-	<i>Horizonte B incipiente</i>
Bt	-	<i>Horizonte B textural</i>
C	-	<i>Horizonte C</i>
°C	-	<i>Graus Celsius</i>
Ca	-	<i>Cálcio</i>
CAD	-	<i>Capacidade de Água Disponível</i>
CANASAT	-	<i>Monitoramento da Cana-de-Açúcar</i>
CAI	-	<i>Complexo Agroindustrial</i>
CBH - PARANAPA NEMA	-	<i>Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema</i>
CCM	-	<i>Complexos Convectivos de Mesoescala</i>
CEEIBH	-	<i>Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas</i>
CEEIPEMA	-	<i>Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Paranapanema</i>
CJS	-	<i>Corrente de Jato Subtropical</i>
cm	-	<i>Centímetros</i>

CNRH	-	<i>Conselho Nacional de Recursos Hídricos</i>
CPRM	-	<i>Serviço Geológico do Brasil</i>
CONAB	-	<i>Companhia Nacional de Abastecimento</i>
CTC	-	<i>Centro de Tecnologia Canavieira</i>
Cu	-	<i>Cobre</i>
E	-	<i>Horizonte E</i>
EMBRAPA	-	<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</i>
FAPESP	-	<i>Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo</i>
FAO	-	<i>Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação</i>
FPA	-	<i>Frente Polar Atlântica</i>
Fe	-	<i>Ferro</i>
GADIS	-	<i>Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial</i>
GAIA	-	<i>Grupo de Pesquisa Interações na Superfície, Água e Atmosfera</i>
GO	-	<i>Goiás</i>
GPS	-	<i>Sistema de Posicionamento Global</i>
ha	-	<i>Hectare</i>
IAA	-	<i>Instituto do Açúcar e do Alcool</i>
IBGE	-	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
IBRA	-	<i>Instituto Brasileiro de Análises</i>
ICMS	-	<i>Imposto Sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Sobre a Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação</i>
INMET	-	<i>Instituto Nacional de Meteorologia</i>
INPE	-	<i>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais</i>

<i>IPi</i>	- <i>Imposto Sobre Produtos Industrializados</i>
<i>IPVA</i>	- <i>Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores</i>
<i>ISO</i>	- <i>International Organization Standardization</i>
<i>JST</i>	- <i>Jato Subtropical</i>
<i>K</i>	- <i>Potássio</i>
<i>Km</i>	- <i>Quilômetro</i>
<i>Km²</i>	- <i>Quilômetros Quadrados</i>
<i>LabSolos</i>	- <i>Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos</i>
<i>LV</i>	- <i>Latossolo Vermelho</i>
<i>LVA</i>	- <i>Latossolo Vermelho-Amarelo</i>
<i>m</i>	- <i>Metros</i>
<i>mm</i>	- <i>Milímetros</i>
<i>Mn</i>	- <i>Manganês</i>
<i>MG</i>	- <i>Minas Gerais</i>
<i>Mg</i>	- <i>Magnésio</i>
<i>MT</i>	- <i>Mato Grosso</i>
<i>M.O</i>	- <i>Matéria Orgânica</i>
<i>NASA</i>	- <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
<i>NV</i>	- <i>Nitossolo Vermelho</i>
<i>OPEP</i>	- <i>Organização dos Países Exportadores de Petróleo</i>
<i>P</i>	- <i>Fósforo</i>
<i>p</i>	- <i>Página</i>
<i>PPG-FCT</i>	- <i>Programa de Pós-Graduação - Faculdade de Ciência e Tecnologia</i>
<i>pH</i>	- <i>Potencial Hidrogeniônico</i>

PR	- <i>Paraná</i>
PRO-ÁLCOOL	- <i>Programa Nacional do Álcool</i>
PV	- <i>Argissolo Vermelho</i>
Prof.	- <i>Profundidade</i>
PVA	- <i>Argissolo Vermelho - Amarelo</i>
RIDESA	- <i>Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético</i>
RJ	- <i>Rio de Janeiro</i>
Si	- <i>Silício</i>
S	- <i>Sul</i>
SIG	- <i>Sistema de Informação Geográfica</i>
SP	- <i>São Paulo</i>
SRTM	- <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
STaC	- <i>Sistema Tropical Atlântico Continentalizado</i>
UDOP	- <i>União dos Produtores de Bioenergia</i>
UFAL	- <i>Universidade Federal de Alagoas</i>
UFPR	- <i>Universidade Federal do Paraná</i>
UFSCar	- <i>Universidade Federal de São Carlos</i>
UFRPE	- <i>Universidade Federal Rural de Pernambuco</i>
UFV	- <i>Universidade Federal de Viçosa</i>
UGRHI	- <i>Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos</i>
UH	- <i>Unidade Hidrográfica</i>
UNESP	- <i>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”</i>
UNICA	- <i>União da Indústria da cana-de-açúcar</i>

W	- Oeste
ZAE Cana	- Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar
ZCAS	- Zona de Convergência do Atlântico Sul
Zn	- Zinco
%	- Porcentagem
°	- Graus
'	- Minutos
"	- Segundos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1 - INTRODUÇÃO - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ESTRUTURA DO TRABALHO.....	24
1.1 - RELAÇÃO ENTRE NATUREZA E SOCIEDADE NA PRODUÇÃO DE AGROCOMBUSTÍVEIS.....	27
1.2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS (HÍDRICAS E POPULACIONAIS) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA.....	32
1.3 - JUSTIFICATIVA PARA A TESE.....	45
1.4 - OBJETIVOS.....	48
1.4.1 - Geral.....	48
1.4.2 - Específicos.....	48
1.5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	49

CAPÍTULO 2

2 - RELAÇÃO NATUREZA-SOCIEDADE E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS: A PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA - PR / SP.....	59
2.1 - FISIOLOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (SACCHARUM SPP).....	62
2.2 - A EXPANSÃO DA ÁREA DE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA: O ÁLCOOL (ETANOL) COMO PRINCIPAL AGROCOMBUSTÍVEL PRODUZIDO NO BRASIL.....	65

CAPÍTULO 3

3 - GEOCOMPLEXO: INTERAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E SOCIAIS - PRODUÇÃO E EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA - PR / SP.....	88
3.1 - GEOLOGIA.....	90

3.2 - GEOMORFOLOGIA E HIPSOMETRIA.....	93
3.3 - TIPOS DE SOLOS.....	97
3.4 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	102
3.5 - ANÁLISE SEQUENCIAL DE TRAJETO E APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO.....	113
 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 142
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
6 - ANEXOS.....	155

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO - ESTRUTURA DO TRABALHO

1 - INTRODUÇÃO - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ESTRUTURA DO TRABALHO

A produção agrícola é vital para a sobrevivência da humanidade e também fundamental para a economia dos países. Por isso, os fatores climáticos favoráveis, combinados com boas características dos solos e do relevo podem contribuir para potencializar as safras.

A atual relação entre tecnologia e produção torna a agricultura menos suscetível ao ambiente¹, de modo que, a melhoria dos níveis de produção também está ligada aos combustíveis que movimentam os aparatos tecnológicos.

Sabe-se que os combustíveis não movimentam apenas máquinas agrícolas, eles também são responsáveis pelo deslocamento de milhares de veículos por todas as partes do mundo. O que torna a questão preocupante é a fonte desse recurso energético. Os chamados combustíveis fósseis são substâncias de origem mineral, formados por compostos de carbono. São originados pela decomposição de resíduos orgânicos, que levaram milhares de anos para sua formação, de modo que são recursos não renováveis. A crescente demanda por novas fontes de petróleo, para a obtenção de óleo diesel, gás natural, gasolina e até para gerar energia elétrica tornam os motores que os utilizam como um dos principais causadores do efeito estufa.

Assim, a poluição ambiental aliada ao perigo da escassez futura dos combustíveis fósseis, tornam evidente a necessidade de fontes alternativas de combustão veicular. Para atender os princípios do Protocolo de Kyoto, muitos países estão empenhados em modificar seus sistemas de produção de energia sem modificar a qualidade do abastecimento de combustíveis, com menores emissões de gases poluentes.

Os biocombustíveis oriundos de biomassa podem ser uma alternativa eficaz, pois podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural. No Brasil, o principal produto gerado a partir de biomassa utilizado como combustível é o etanol obtido da cana-de-açúcar.

¹ O sistema de irrigação, que visa fornecer e controlar a quantidade de água para as plantas e adubação dos solos fornecendo os nutrientes necessários para a cultura a ser implantada são exemplos de técnicas utilizadas para aumentar a produção, o que propicia a agricultura um grau menor de dependência dos fatores ambientais.

Todo ano, como se verificará mais adiante, o país procura aumentar cada vez mais sua área de cultivo, para colocar no mercado nacional e internacional bilhões de litros de etanol. É muito provável que já tenhamos observado a contínua expansão da cultura da cana-de-açúcar por muitas partes do país (principalmente no Estado de São Paulo), fato notório, de modo que a cultura canavieira se tornou o objeto de estudo desta tese.

Importante pontuar na discussão dos biocombustíveis e sua contínua expansão é que o país tem condições para aumentar a produção, mas conforme Tommaselli (2012), de acordo com as políticas vigentes de produção de combustíveis, aquilo que chamamos de "*biocombustíveis*", onde o respeito pelos princípios da sustentabilidade, de proteção ambiental e segurança alimentar devem ser respeitados, o que não se verifica quando tratamos dos canaviais. Por isso será utilizado a partir de agora o termo "*agrocombustíveis*", pois a produção agrícola da cultura da cana-de-açúcar é claramente monoculturista, com características inconfundíveis do agronegócio.

Assim, a área que escolhida para elaboração desse trabalho foi a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, que abrange áreas de divisa entre os Estados do Paraná e São Paulo. A bacia se localiza em uma região com alto índice no avanço da cultura da cana-de-açúcar. O marco divisório entre os Estados mencionados é o rio Paranapanema, percorrendo 929 Km entre eles. Do ponto de vista do gerenciamento dos recursos hídricos, a área escolhida, de acordo com a CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), em resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003 e resolução nº 109 de 13 de abril de 2010 é a UGRHI – Paranapanema (Unidade de Gestão de Recursos Hídricos – Paranapanema), constituída de 247 municípios em uma área de 105.921 Km², figura 01, (BRASIL, 2010).

Assim, para a realização dessa pesquisa foram elencadas algumas hipóteses de trabalho: são os fatores ambientais os principais limitadores para a expansão da cultura da cana-de-açúcar em algumas partes da área de estudo? O motivo pelo qual algumas áreas da bacia, mesmo com fatores ambientais favoráveis não tem a expansão da cultura tão acentuada como em outras áreas menos favoráveis, nesse processo, o fator econômico é preponderante?

Assim, merece uma consideração mais aprofundada, a relação entre o meio ambiente e as atividades da humanidade (fatores políticos e econômicos), principalmente a produção agrícola, visto que uma tem forte influência sobre a outra.

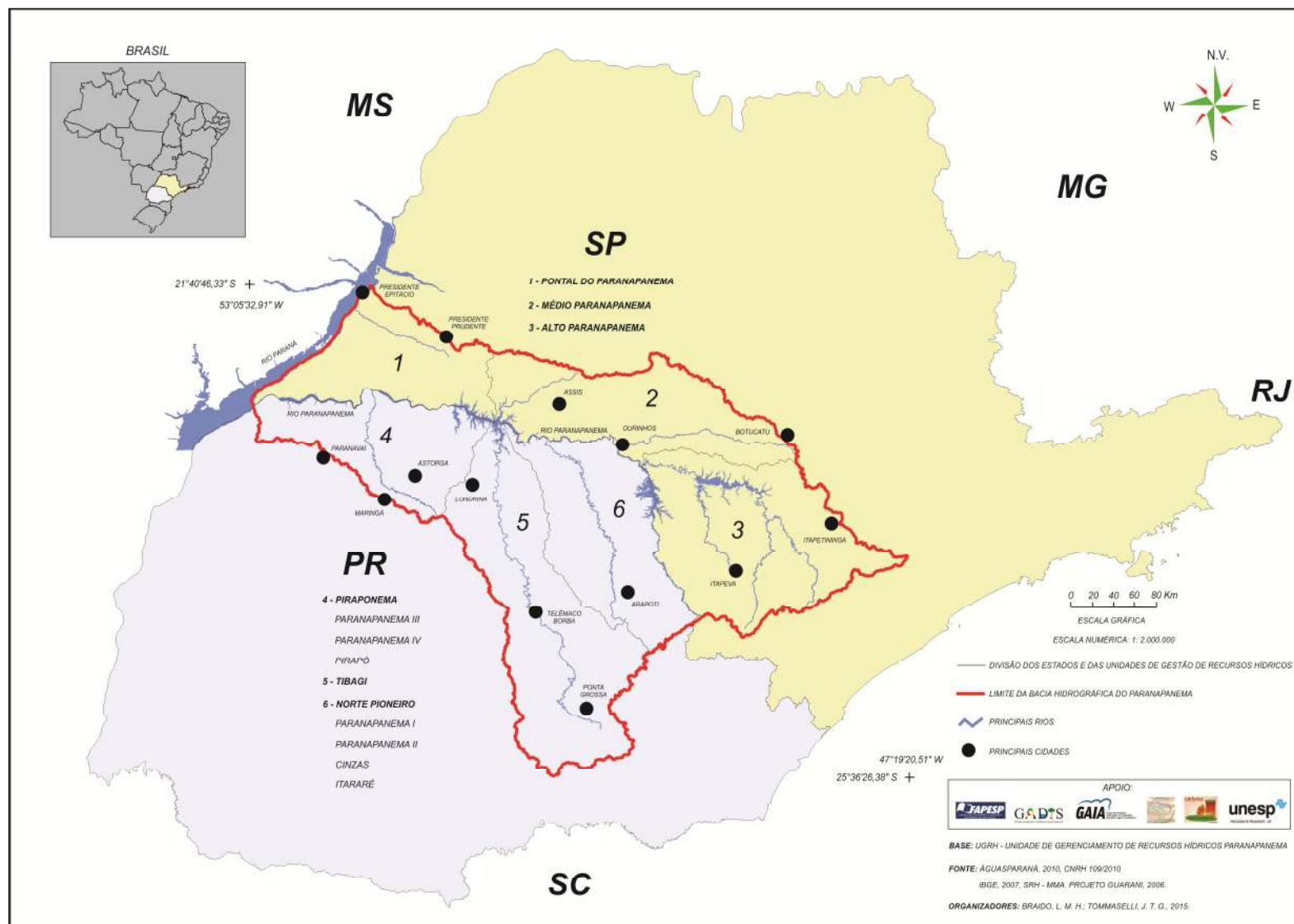


Figura 01 - Localização da área de estudo – bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

1.1 - RELAÇÃO ENTRE NATUREZA E SOCIEDADE NA PRODUÇÃO DOS AGROCOMBUSTÍVEIS

Os fatores naturais relativos a produção atuam numa condição integradora. As atividades agrícolas, que são altamente dependentes dos elementos naturais, sentem o efeito de tais elementos (clima, solos e relevo) e o reflexo disso é observado na boa produção agrícola ou na frustração de uma safra em um determinado ano ou período.

Portanto, elementos naturais unidos produzem efeitos na produção agrícola e nos faz retomar a tão discutida relação sociedade-natureza, uma vez que o valor de uma boa produção, dada pela condição favorável natural, beneficia o homem nas suas relações sociais e econômicas.

No entanto, o padrão de exploração que a sociedade impôs sobre a natureza estabelecido há séculos criou um desequilíbrio. Conforme a poluição era cada vez mais notada e ao observar a alteração de muitos processos naturais, em escala global, uma grande crítica ao modelo de desenvolvimento passou a ecoar, esta discussão foi denominada "crise ecológica". Para Vesentini (1989), o padrão de exploração referido criou uma concepção de natureza quanto recurso, daí a frase de Descartes: "...conhecer é nos tornarmos senhores e dominadores da natureza".

Estar atento a esta temática e a sua relação, no caso, sociedade-natureza, é uma questão de sobrevivência da humanidade. Por exemplo, a poluição que há séculos destrói os recursos naturais, através de ações mal planejadas do homem, é um impacto negativo ao meio natural. O contrário também é verdadeiro, as catástrofes naturais são uma resposta muitas vezes ao desequilíbrio criado pelo sistema social.

"O tempo necessário à formação de uma floresta, por exemplo, é diferente do tempo das ações de desmatamento e uso agropecuário da área desta mesma floresta. Isso caracteriza aquilo que estamos chamando de supressão do fato natural pelo social. Por outro lado, a passagem de um furacão ou erupção vulcânica em uma área urbanizada representa a preponderância dos ritmos da natureza sobre os ritmos da sociedade (SOUZA, 2010, p. 58).

Para que se consiga estudar essa relação entre sociedade e os fatores ambientais e para que uma boa análise seja executada, a visão sistêmica é

importante. Gregory (1985) diz que essa forma sistêmica de pensamento foi incorporada pela biogeografia, climatologia, geomorfologia e pedologia, para que a união de elementos da natureza, juntamente com aspectos da sociedade, melhorasse o resultado e a abrangência dos estudos. A visão sistêmica da paisagem facilita o entendimento da forma com que os sistemas físicos e socioeconômicos interagem. O autor diz:

“A abordagem sistêmica oferece poderoso instrumento para dar conta das situações ambientais de sempre crescente magnitude temporal e espacial e para reduzir as áreas de incerteza em nossa cada vez mais complexas situações de tomada de decisão” (GREGORY, 1985, p. 227).

Conforme Rodrigues (2001), desde o século XIX, os naturalistas já frisavam a necessidade da observação e descrição detalhada em campo. Humbolt, um dos precursores no estudo da paisagem, é um excelente exemplo dessa dinâmica, pois ele já associava a paisagem com as formas do relevo, clima, vegetação e a rocha. Ele também relacionava seus estudos com os aspectos antropológicos das culturas dos povos. De modo que esta era a geografia praticada na época, para estudos da paisagem.

A abordagem positivista, dos trabalhos geográficos do século XIX e início do século XX, era muito evidente nos trabalhos dos pesquisadores, podemos citar a teoria evolucionista, os métodos descritivos, comparativos e empíricos muito utilizados na época. Por exemplo, há o trabalho do pesquisador russo Vasily Vasil'evich Dokuchaev que, utilizando o método comparativo, produziu a teoria zonal dos solos, publicado em 1883, trabalho que contribuiu na análise integrada da geomorfologia, clima e na dinâmica dos processos como variáveis para evolução dos solos, ou seja, houve aí uma superação da visão estática da geologia como gênese dos solos. Os pesquisadores passaram então a articular variáveis naturais para a construção do conhecimento na geografia física.

A teoria sistêmica, que propiciou o surgimento da teoria geossistêmica, é uma base metodológica para entendimento da paisagem. Ela surgiu com a teoria geral dos sistemas, proposta pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy, em 1937, onde passou-se a entender que os sistemas podem ser definidos como um conjunto de elementos com variáveis e características diversas, mas que, mantêm relação entre si e com o meio, de modo que novos paradigmas surgiram. Um deles, proposto por

volta da mesma época, na ecologia, foi o conceito de ecossistema de Arthur Tansley, que influenciou a pesquisa do russo Viktor Borisovich Sochava. Adaptando o conceito de ecossistema para a geografia, Sochava apresentou, pela primeira vez o termo geossistema em 1960. Para ele, o geossistema designa um território geográfico caracterizado por ciclos dinâmicos naturais com estruturas espaciais verticais (geohorizontes) e horizontais (geofáceis). Dessa forma a escola russa ensinava que no geossistema, a superfície terrestre é uma unidade integrada que apresenta uma estrutura relacionada ao seu funcionamento. Esta também foi a base dos trabalhos dos pesquisadores russo, Nicholas Beroutchachvili e do francês, Georges Bertrand. Nos estudos atuais sobre o tema, de acordo com Souza (2010):

"...Georges Bertrand, recentemente em evento na PPG/FCT-UNESP (2007) mencionou que existe uma certa inadequação do uso do termo "geossistema" no âmbito de sua proposta, sendo a nomenclatura geocomplexo mais adequada. ...Bertrand concebia o geossistema como uma escala de análise dentro de um conjunto hierárquico compreendido por seis níveis temporo-espaciais decrescentes: zona, domínio, região natural, geossistema, geofácies e geótopos. Mas na verdade seria o geocomplexo a primeira escala de análise (entre as seis) que se presta ao estudo dos impactos humanos. "Geo+complexo" por englobar as geofácies e geótopos bem como as relações estabelecidas entre elementos bióticos, abióticos e antrópicos, é uma escala de análise geográfica. O geossistema é a teoria que guia a abordagem desta escala" (SOUZA, 2010, p.33).

Na visão de conjunto, o ciclo econômico não é desconsiderado no conceito geocomplexo (termo a partir de então utilizado), pois este é fator preponderante na escolha da cultura agrícola praticada. Mas para isso, o meio natural precisa oferecer condições que sejam adequadas ao desenvolvimento vegetativo. Assim, a análise do geocomplexo contribui na compreensão do porque uma atividade produtiva tem maior importância que outras para uma determinada região.

No caso brasileiro, o país é um dos líderes mundiais na produção e exportação de muitos produtos agropecuários. Atualmente a produção de agrocombustíveis dá ao país a perspectiva de um grande crescimento econômico.

O principal agrocombustível líquido produzido no Brasil é o etanol², oriundo da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). O etanol é adicionado na gasolina numa proporção entre 20 a 25% de mistura para os veículos a gasolina. No caso dos veículos flex, estes podem optar somente pelo uso do etanol. Há também a

² O etanol, utilizado como combustível é um álcool, mais nem todo álcool é etanol. Quando se refere ao etanol, não se diz apenas que este é um álcool, mas também qual o tipo.

produção do biodiesel, oriundos de óleos vegetais, utilizados em ônibus e caminhões, adicionado ao diesel de petróleo em uma proporção de 5%.

O Brasil já a décadas se dedica a produção de agrocombustíveis, mas na década de 1970, após a primeira crise do petróleo, foi criado o programa Pró-Álcool, para estimular o aumento da produção de etanol. Esse assunto foi melhor considerado adiante. O que se pode mencionar desde já, é que o Pró-Álcool foi um dos mais bem-sucedidos programas de substituição de combustíveis derivados do petróleo do mundo.

Assim, pelo fato do Brasil fazer alto investimento no potencial da energia renovável, o conceito de geocomplexo, utilizado para o entendimento da produção de cana-de-açúcar, voltado para a produção de agrocombustíveis, na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, auxiliou na construção teórica e metodológica do tema estudado. A figura 02 mostra o esquema de análise seguido neste estudo.

O foco inicial (2º Capítulo da tese) se manteve na discussão sobre as relações da natureza e sociedade, em seguida realizou-se uma caracterização da produção e expansão da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

Após isso, (3º Capítulo da tese), foi utilizado o conceito geocomplexo juntamente com os elementos naturais (clima, solos e relevo) e os elementos sociais (agricultura), atrelados, para entender a dimensão e importância que a produção canavieira tem para o país. Baseado nisso, a tese defendida é de que o conceito do geocomplexo, através da correlação de elementos naturais, é abordagem qualificada para explicar a variabilidade da produção da cana-de-açúcar na área de estudo.

Por fim, foram apresentadas as análises e resultados de todos os dados estatísticos, as bases cartográficas construídas para explicar a atual atividade no ramo de produção da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP e esses mesmos dados foram relacionados ao aporte teórico escolhido para a tese.

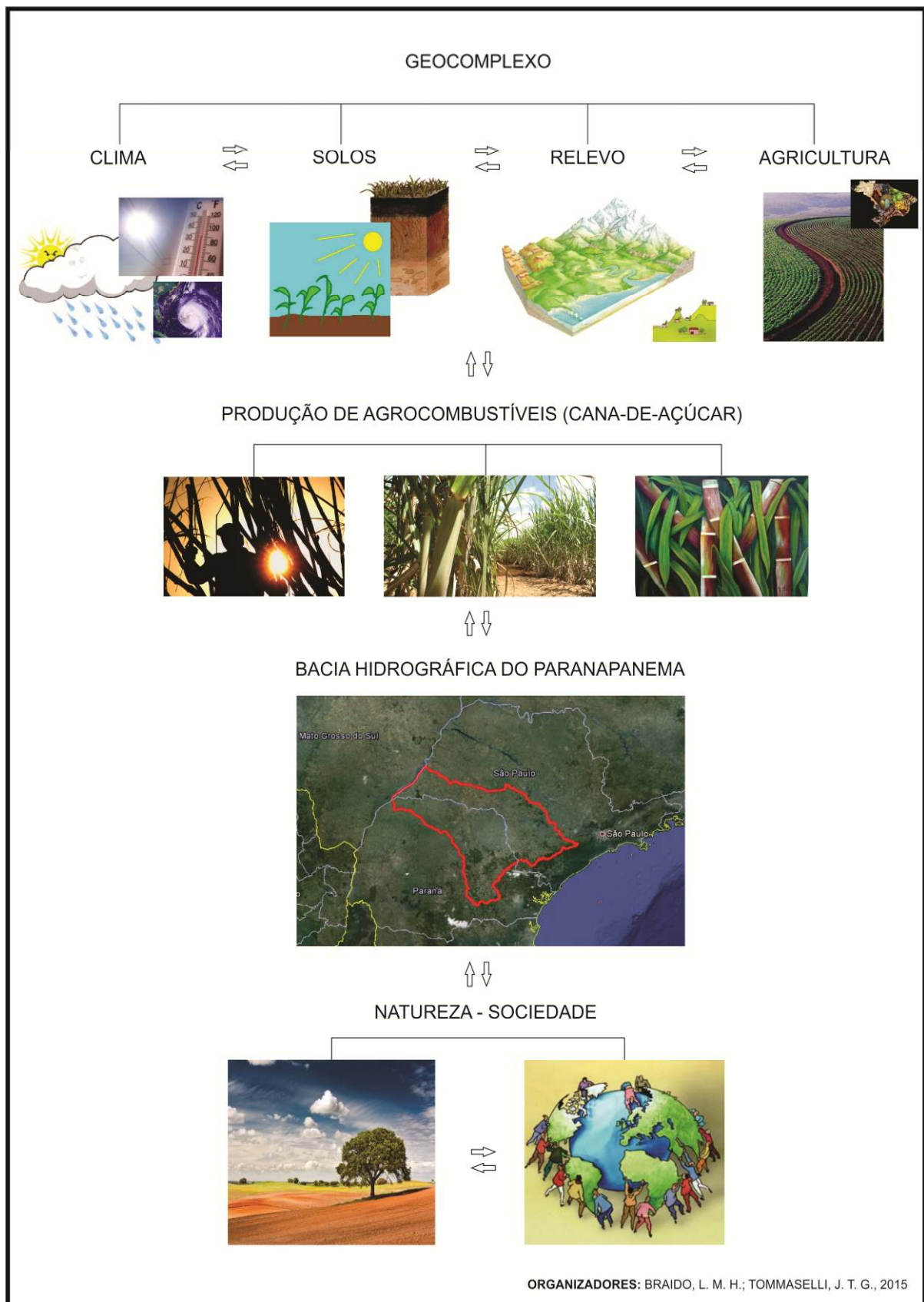


Figura 02 - Esquema teórico aplicado na tese

1.2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS (HÍDRICAS E POPULACIONAIS) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA

A nomenclatura desta bacia hidrográfica vem da população indígena que residia próximo ao rio Paranapanema, "...no idioma e na cultura Tupi-Guarani, o vocábulo ... (parana + panema) significa "grande rio improdutivo", pois o Paranapanema era considerado um rio com poucos peixes" (BRASIL, 2010, p. 03).

Para gerir o precioso recurso hídrico dentro da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, foi instituído entre os Estados do Paraná e São Paulo a gestão compartilhada da bacia. Esse processo teve início na década de 1970 com a publicação da Portaria Interministerial 090 de 29/03/78 que criou o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH, e em 06/03/79 foi instalado o Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema - CEEIPEMA.

A principal atividade da CEEIPEMA é de nortear as ações de uso múltiplo dos recursos hídricos e naturais da bacia, organizando as atividades para atender as solicitações da sociedade. Dentre os projetos desenvolvidos por esse comitê destacam-se: preservação da qualidade das águas da bacia do Paranapanema; enquadramento dos rios da bacia do Paranapanema; controle da erosão na bacia do Paranapanema e estudo das condições de navegabilidade dos rios da bacia do Paranapanema. A importância da integração do Paraná e São Paulo nas porções que constituem a bacia hidrográfica do rio Paranapanema é uma necessidade porque mais que uma divisa estadual, encontram-se identidade e semelhança tanto social, quanto cultural e principalmente econômica entre grande parte de suas regiões.

Do ponto de vista da gerência dos problemas e vantagens existem semelhanças do meio físico que facilitam a implementação dos projetos de uso da água. Também facilitam a ocorrência de estudos mais detalhados sobre a alta suscetibilidade à erosão no noroeste do Paraná e oeste de São Paulo, onde são encontrados solos de textura média e arenosa originados pela decomposição do arenito Caiuá, responsáveis por provocar intenso assoreamento dos recursos hídricos (CBH-PARANAPANEMA, ...*online*, 2015).

Para citar alguns dos principais rios da bacia, mencionamos primeiro o rio Santo Anastácio com nascente em Regente Feijó - SP. Esse rio deságua no rio

Paraná em um trajeto de 102 Km. Como na maior parte dos rios da área de estudo, suas águas são utilizadas para irrigação de culturas, para criação de animais e para o abastecimento de áreas rurais e urbanas. Os problemas ambientais relacionados a este rio vão desde erosão e assoreamento a redução de água para a utilização da população (CARPI JR e LEAL, 2012).

O rio Santo Anastácio, junto com o rio do Peixe são os principais fornecedores de água para o município de Presidente Prudente, que conta com uma população de 207.610 habitantes segundo censo de 2010. O rio do Peixe fornece 70 % e o Santo Anastácio 30 % da água necessária para o município (PROJETO ÁGUA... *online*, 2015).

Outro importante rio encontrado na área de estudo é o rio Capivara que tem sua nascente em Botucatu - SP, percorrendo 30 Km. A região também apresenta problemas ambientais, pois a crescente deteriorização do rio se nota ano a ano. Isso ocorre devido ao uso da terra sem planejamento das atividades como a exploração agrícola e ocupação de áreas pela zona rural e urbana (ARAÚJO, *et. al.*, 2002).

Há também o rio Pardo, que está entre os maiores rios do Estado de São Paulo, com 264 Km de extensão. Esse rio percorre uma região ocupada por 15 municípios: Pardinho, Botucatu, Pratânia, Itatinga, Avaré, Cerqueira Cezar, Iaras, Santa Bárbara, Oleo, Bernardino Campos, Santa Cruz do Rio Pardo, Chavantes, Canitar, Ourinhos e Salto Grande. O desrespeito ambiental é observado em seu trajeto pela falta da mata ciliar nas encostas em muitos trechos e também com a grande quantidade de lixo encontrado proveniente das áreas urbanas.

O rio Apiaí-Guaçu, nasce no município de Apiaí. Passa pelos municípios de Ribeirão Branco, Itapeva, Taquarivaí, Buri, Paranapanema, desaguardo no rio Paranapanema.

O rio Taquari é formado pela junção de dois outros rios, o Taquari-Mirim e o Taquari-Guaçu, que são rios próximos e que correm paralelos um ao outro, com 54 e 52 Km de percurso respectivamente, juntando-se no município de Itapeva.

O rio Itararé fica na divisa entre os Estados do Paraná e São Paulo próximo as cidades de Riversul, Itararé, Sengés e outras. Esse rio torna-se subterrâneo por vários quilômetros na região do arenito Furnas, assumindo um caráter cárstico, obedecendo o significado de seu nome que no idioma indígena significa "pedra em que ruge água", referindo-se ao barulho da água que o rio produz no leito rochoso durante seu percurso parcialmente subterrâneo (MAACK, 2002).

O rio das Cinzas, localizado no Estado do Paraná, é o principal rio do norte pioneiro, com extensão de 240 Km, nasce na Serra de Furnas no município de Piraí do Sul e deságua no rio Paranapanema na divisa dos municípios de Santa Mariana e Itambaracá.

Também encontra-se do lado paranaense da área de estudo o rio Tibagi, o principal afluente do rio Paranapanema, que possui 550 Km de extensão com 91 saltos e cachoeiras. Sua nascente está localizada na Serra das Almas entre Ponta Grossa e Palmeira. Sua bacia hidrográfica é de suma importância para a região pois capta 13 % da água do Estado do Paraná abastecendo uma população em torno de 1,5 milhões de pessoas (PEREIRA E SCROCCARO, 2010).

O rio Pirapó, nasce no município de Apucarana e escoar por uma extensão de 168 Km até o rio Paranapanema no município de Jardim Olinda. A bacia hidrográfica desse rio ocupa 3 % da área do Estado do Paraná. Os solos em grandes trechos das encostas do rio, quando oriundos do Arenito Caiuá são muito suscetíveis a erosão, principalmente quando essas encostas estão sem cobertura vegetal.

Como um dos mais importantes rios dos Estados do Paraná, São Paulo e do Brasil, o rio Paranapanema é o divisor entre eles. Percorre 929 Km, nasce na serra Agudos Grande no município de Capão Bonito. Podem-se citar os rios Itararé, o rio das Cinzas, o rio Tibagi e o rio Pirapó como alguns dos principais afluentes da margem sul do rio Paranapanema.

Sobre seus principais entalhamentos geológicos, o rio Paranapanema aloca-se no Arenito Botucatu entre a foz do rio Itararé até um pouco além de Ourinhos e no Arenito Caiuá em grande parte da região do município de Teodoro Sampaio até sua embocadura no rio Paraná. A entrada do rio no arenito Caiuá, que é pouco resistente propicia a erosão linear e lateral, aumentando consideravelmente o transporte de areia (MAACK, 2002).

Dezenas de municípios foram fundados ao longo deste rio, entre alguns deles estão: Avaré, Piraju, Assis, Ourinhos, Salto Grande, Teodoro Sampaio, Rosana, etc. Com a construção das barragens no rio Paranapanema, profundas alterações no regime hídrico foram observadas. Por exemplo, em grandes reservatórios, como os de Chavantes, Jurumirim e Capivara, as águas ficam meses confinadas, enquanto que em outras usinas, como em Salto Grande, usina considerada "fio d'água", o relevo acidentado deixa o rio bem encaixado,

consequentemente com maior velocidade de vazão, assim, a permanência da água no sistema gerador de energia é de apenas algumas horas. No entanto, na visão de muitos, do ponto de vista econômico, a chegada das usinas trouxeram grande desenvolvimento, não somente a energia elétrica, mas também os usos múltiplos dos reservatórios, o que favoreceu o turismo, a produção agrícola (ex: irrigação), mineral (ex: extração de areia) e a pesca.

De fato, a partir da segunda metade do século XX, o crescimento econômico brasileiro tem resultado em um acelerado processo de industrialização e urbanização o que demanda uma produção maior de energia elétrica, consequentemente na construção de grandes barragens e seus extensos reservatórios.

Grande parte dos reservatórios de hidrelétricas inundam faixas consideráveis de terras anteriormente ocupadas por populações que desenvolviam alguma atividade relativa ao rio. Ainda, a implementação de um reservatório produz um ambiente artificial, com alterações nos sistemas hidrológico, atmosférico, biológico e social.

No entanto, devido a necessidade inerente de mais energia elétrica e de usinas hidrelétricas, o esforço das autoridades competentes deve se concentrar em estudar com mais intensidade os atuais usos múltiplos e as possibilidades de exercer outras atividades para a melhoria ambiental que possam ser desenvolvidos nas áreas dos reservatórios já estabelecidos. As próprias usinas hidrelétricas, obedecendo a legislação ambiental nacional realizam ações para conter as vertentes dos rios que utilizam para gerar energia.

O rio Paraná é o segundo maior rio sul-americano. Nasce na confluência do rio Grande e do rio Paranaíba. Atinge 4.880 Km no seu percurso total. Esse rio entalhou-se principalmente na formação geológica Serra Geral, mas também podemos mencionar que as camadas de trapp mergulham abaixo dos sedimentos quaternários e arenitos eólicos Caiuá ao norte de Guaíra, limitando as áreas de sedimentos quaternários e representando a formação geológica predominante no oeste do Paraná e no sul de Mato Grosso do Sul (MAACK, 2002).

Além de importância nacional, o rio Paraná está nas fronteiras dos Estados de Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, tem também importância internacional sendo a fronteira entre Brasil e Paraguai. Encontra-se no rio Paraná importantes barragens de usinas produtoras de energia hidrelétrica, dentre elas a barragem de

Jupiá, de Ilha Solteira, Porto Primavera e a mais importante a barragem de Itaipu (ITAIPU BINACIONAL... *online*, 2013).

Conforme já mencionado, para gerir este valioso recurso hídrico, os Estados do Paraná e São Paulo criaram as chamadas Unidades de Gestão. A área de estudo da tese, a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica do Paranapanema ou UGRH - Paranapanema, divide-se em 6 principais áreas gestoras. Na vertente paulista estão as UGRHs Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal Paranapanema, criadas pela lei estadual nº 9.034 de 27 de dezembro de 1994.

Do lado paranaense encontram-se as chamadas Unidades Hidrográficas - UH. A UH - Piraponema engloba as bacias hidrográficas do Pirapó, Paranapanema III e Paranapanema IV. A UH - Norte Pioneiro abrange as bacias hidrográficas do Itararé, Cinzas, Paranapanema I e Paranapanema II. Também compõe a UGRH - Paranapanema a UH - Tibagi, que do ponto de vista gerencial é formado pelo Baixo Tibagi e pelo Alto Tibagi, mas neste estudo essa região foi tratada apenas como UH - Tibagi. Ainda sobre a UGRH - Paranapanema:

"Os limites das unidades de gestão... baseiam-se principalmente no critério fisiográfico, por isso não coincidem com os limites administrativos dos municípios. Assim, na UGRH Paranapanema observam-se três situações diferentes: municípios totalmente contidos na UGRH; municípios com área parcial e sede localizada na UGRH; e municípios com área parcial contida na UGRH, mas com sede fora dela (BRASIL, 2010, pg. 7).

De acordo com a mesma instituição citada acima, a área da bacia abrange 27,55% da área do Estado do Paraná e 20,88% da área do Estado de São Paulo. Mais especificamente sobre a área da bacia hidrográfica, ela está distribuída em 51,06% de área na vertente paranaense e 48,94% na vertente paulista. A distribuição das unidades de gestão com os seus principais rios encontra-se na figura 03.

O recurso natural, incluindo a disponibilidade de água logo trouxe a ocupação da região. Abordando o histórico deste tema, num primeiro plano, a porção pertencente a vertente paulista, a história demonstra que o Estado de São Paulo assume posição de destaque no cenário econômico em escala nacional nas décadas finais do século XIX e no início do século XX, posição esta que só foi ameaçada com a crise econômica mundial de 1929. Mesmo assim, já na década de 1930, a estrutura industrial do Estado de São Paulo já era a mais avançada do país (ODÁLIA E CALDEIRA, 2010). De fato, já por muito tempo, existe uma relação de dominância da economia paulista sobre os outros estados, característica de uma economia comercial dominante tipo centro-periferia.

O povoamento da vertente paulista, da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, deve em grande parte sua história aos bandeirantes aventureiros que adentraram a mata em busca de riquezas, metais valiosos e escravos indígenas. Segundo Maia (2010) esse processo se deu nos primeiros 30 anos do século XIX. Os bandeirantes que chegaram a esta região (as incursões tratadas na bibliografia nominal como expedições para o sul e sudeste) entraram muitas vezes em conflito com missões jesuíticas, que também haviam chegado, cada vez mais ocupando e alocando-se ao longo dos traçados dos rios Paraná, Iguaçu e Paranapanema, na busca de índios.

No decorrer das décadas, novos fatores de ordem econômica contribuíram para a colonização da porção oeste do Estado de São Paulo. A economia paulista, que ganhava cada vez mais espaço, teve no início forte impulso com a produção e exportação do açúcar, pelo porto de Santos. Nesse período, entre o fim do século XVIII até 1850, foram construídas importantes estradas que encaminhavam o açúcar para o porto de Santos, estradas estas que serviram de suporte para a atividade econômica seguinte, o ciclo econômico cafeeiro, ou seja, o produto açúcar possuía um histórico de produção econômica no estado mesmo antes do mais conhecido momento histórico produzido pelas fazendas de café com suas senzalas e colônias de imigrantes. Petrone (2010, p. 136) diz: "... o porto de Santos, que antes de ser porto do café foi o do açúcar, fato raramente lembrado".

São Paulo chegou a ser fornecedor internacional de açúcar, o que criou experiência necessária em exportações, isso foi fundamental quando o próximo ciclo econômico entrou em cena. Com o tempo, o açúcar ganhou concorrentes muito fortes no mercado internacional, desse modo o já mencionado ciclo econômico, o

cafeeiro, foi o próximo a dar continuidade ao desenvolvimento. Assim, após 1850 o café ganha papel central na produção nacional tornando-se o principal produto de venda do Brasil. O café produzido era exportado de navio, principalmente para a Inglaterra via porto de Santos.

Devido a dificuldade de transporte do café, em quantidade, para o porto, que era feito por tropas de burros, as culturas não podiam se distanciar mais do que 150 Km. É nesta fase que o interesse pela ferrovia surge. A São Paulo Railway Company, de capital internacional (inglês) foi a primeira companhia a construir ferrovia em São Paulo, ligando Santos a Jundiaí. O interesse dos produtores de café também se voltava para outras áreas, de modo que exigia-se a construção de novas ferrovias. A companhia inglesa não mostrava maiores interesses na expansão da sua ferrovia, fato que acelerou o processo de criação de companhias nacionais de construção de estradas de ferro, ligados diretamente ao capital cafeeiro. São exemplos a Ituana, a Mogiana e a Sorocabana (MATOS, 1974).

Foi a Companhia Sorocabana que, entre 1875 a 1922, levou seus trilhos até as margens do rio Paraná, o que propiciou o maior povoamento da região oeste do Estado de São Paulo, pois por onde passava os trilhos surgiram importantes núcleos urbanos, como por exemplo, os municípios de Bernardino Campos, Ipaussu, Chavantes, Ourinhos, Salto Grande, Manduri, Presidente Prudente, etc (PETRATTI-TEIXEIRA, 2010 E FERRARI LEITE, 1998).

Com a expansão das lavouras, a próxima necessidade a ser sanada era o contingente de mão de obra trabalhadora. O país passou a incentivar a imigração e as companhias de estradas de ferro ofereciam passagens gratuitas aos trabalhadores para facilitar o transporte da mão de obra para regiões como o oeste paulista (MARQUES DE SAES, 2010).

Esses fatores, o incentivo a imigração e a cobertura da região de interesse pela recém inaugurada ferrovia propiciou o aumento da produção do café bem como o crescimento da população. A região recebeu muitos imigrantes europeus, pois milhares deles desembarcaram no Estado de São Paulo. Nota-se isso conforme a figura 04 que evidencia a chegada em quantidade de imigrantes entre 1890 a 1937.

Especificamente no oeste paulista se instalaram: italianos, portugueses, alemães, franceses, ingleses e japoneses (BOIN, 2000). Mais tarde, fruto de um outro processo, a imigração interna, também se instalaram na região, fator que

também auxiliou no crescimento populacional, pessoas que chegaram de outras partes do país.

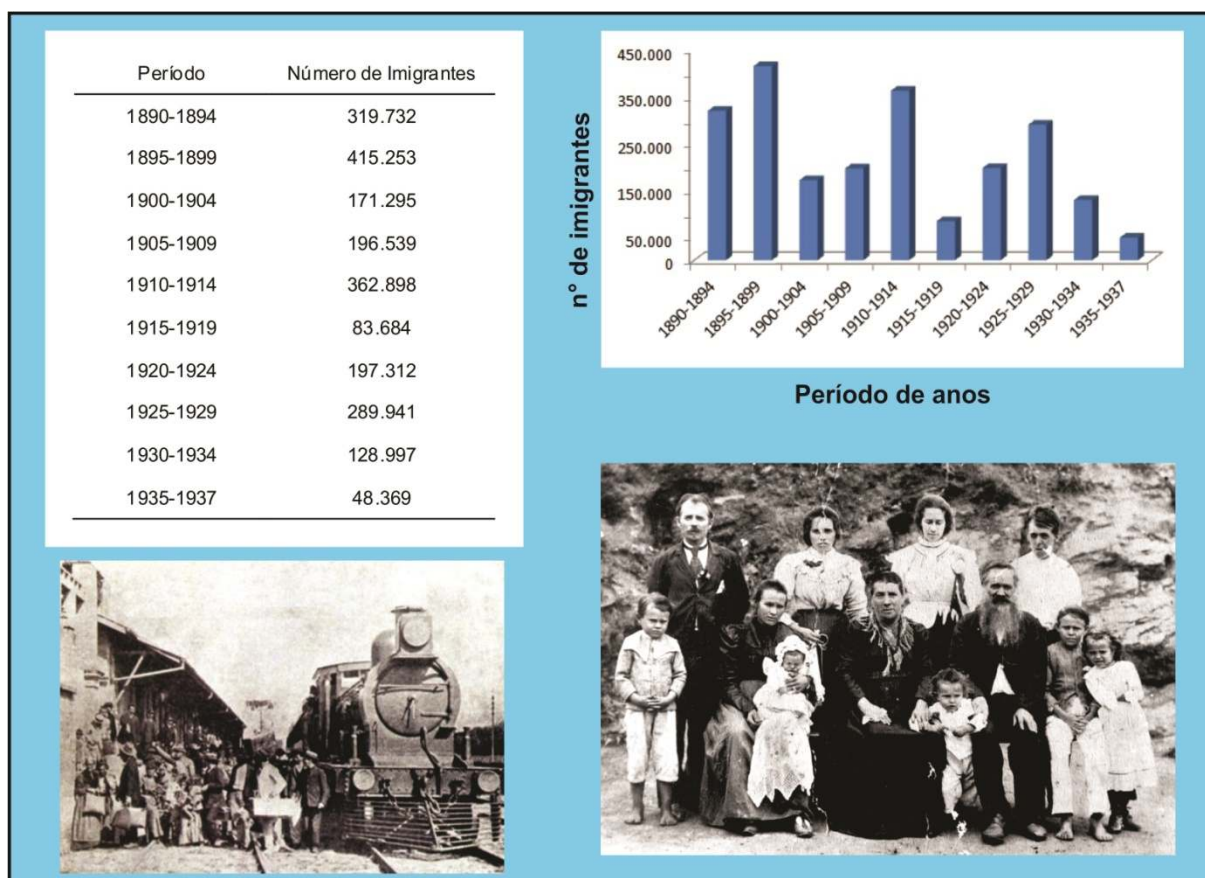


Figura 04 - Fluxo de entrada de imigrantes no Brasil pelo Estado de São Paulo entre 1890 a 1937

Fonte - Boletim nº 1 da Diretoria de Terras, Colonização e Imigração da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. p. 16. In: MARQUES DE SAES (2010)

Enquanto que na vertente paulista a ocupação e a estrada de ferro já alcançavam o rio Paraná, do lado paranaense, seu território ainda era habitado por indígenas. As informações a seguir baseadas em Tomazi (1989), favorece o entendimento do assunto.

O interesse inicial por essa região, tanto do lado paulista, como do lado paranaense se remete ao tempo em que o café era o principal alicerce da economia brasileira. Isto se deu porque os primeiros povoadores da região, ou fazendeiros (bem diferente da figura de hoje), em busca de novas terras para produção, arriscavam a vida, seus bens, derrubando florestas, lutando contra índios, implantando estradas de ferro e fundando cidades. Logo perceberam os resultados excepcionais da produção do café nas manchas de terra roxa (Nitossolo Vermelho,

segundo a nova classificação de solos adotada no Brasil) tanto na vertente paulista, como na vertente paranaense. O café, segundo a história, havia entrado no Brasil pela Guiana Francesa, percorrido o litoral desde o Maranhão até o Espírito Santo, chegando a Minas Gerais e ao Rio de Janeiro. Quando chega a São Paulo, o café finalmente encontra condições ideais para seu desenvolvimento.

A nova cultura que chegava a região mostrava ser a nova esperança para a economia em lugar a incipiente comercialização de açúcar que era produzido próximo a capital paulista e ao porto de Santos. Segundo Fonseca (1953) *apud*. Tomazi (1989), a cafeicultura no oeste paulista foi base para o crescimento da indústria brasileira, isso porque a produção era muito elevada em terra roxa e os lucros muito altos. Em contrapartida, os fazendeiros não esbanjavam, mais sim aplicavam em novos cafezais e na construção de estradas de ferro.

O território paranaense, que já era intercruzado por bandeirantes paulistas desde o século XVII só começou a ser colonizado em fins do século XIX, quando os mesmos povoadores do oeste paulista, da margem direita dos rios Itararé e Paranapanema, ao longo da estrada de ferro Sorocabana, decidiram povoar também a margem esquerda, criando povoados que mais tarde se tornaram municípios, são estes: Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina e Tomazina (LOPES, 1982).

Os povoadores da região norte do Paraná eram formados principalmente por mineiros e paulista. Entre estes, os fazendeiros mais proeminentes se unem para prolongar a linha férrea Sorocabana até sua região. Os cafeicultores que se uniram para esse propósito criaram a Estrada de Ferro Norte do Paraná, que depois veio a ser chamada de Companhia Ferroviária São Paulo-Paraná. Todo seu esforço tinha a ver com o escoamento da produção.

Enquanto isso, no cenário internacional, o Brasil tinha muitos negócios e uma grande dívida externa com a Inglaterra. Com o objetivo de estudar a condição financeira, reformulação do sistema tributário e político, com vistas ao pagamento da dívida, o governo inglês manda uma comissão ao Brasil, esta ficou conhecida como Missão Montagu, que chegou ao país em 1923. As decisões tomadas em decorrência dessa comissão foram importantes para a colonização da região Norte do Paraná.

Aqueles fazendeiros que haviam reunido esforços para prolongar a estrada de ferro, ainda não tinham alcançado totalmente seu objetivo, precisavam de

investimentos. A ideia foi atrair a atenção dos ingleses. Assim fizeram publicar um extenso artigo no jornal "O Estado de São Paulo", para mostrar que investimentos na região poderiam ser vantajosos. Este artigo fez com que o Lord Lovat, representante máximo da Missão Montagu, também responsável por encontrar novos ramos para investimento, visitasse a região norte paranaense. Ao confirmar suas impressões positivas, o Lord voltou para a Inglaterra e fez mobilizações políticas e comerciais para a abertura de uma empresa na região. O objetivo era comprar terras no norte do Paraná para colonizar, construir estradas de ferro e depois revendê-las. A companhia responsável por isso ficou conhecida como Paraná Plantations na Inglaterra, a sede brasileira recebeu o nome de Companhia de Terras Norte do Paraná.

O grande problema, que até então impedia o processo de povoamento dessa região era que grande parte do território do Paraná não possuía registros de propriedade confiáveis das terras. Havia uma grande disputa entre um grupo de pessoas que tinham títulos de propriedade duvidosos com o governo do Estado, que por sua vez havia concedido títulos das mesmas terras a outras pessoas. No fim, os conflitos entre posseiros, os que possuíam títulos de propriedade e o governo impediam toda a região de ser colonizada. Não era seguro fazer investimentos em compra de terras no Estado.

A Companhia de Terras Norte do Paraná adquiriu, em 1925, concessões inseguras referentes a 415 mil alqueires, do governo do Estado do Paraná e depois propôs ao governo a vender estas mesmas terras por preços estabelecidos por lei, rasgando os papéis discutíveis, seria o fim do processo que a tanto impedia o desenvolvimento, mesmo que para a companhia, isso significava pagar mais de uma vez pelas mesmas terras. No fim de todas as negociações de compra, a companhia estava com 515 mil alqueires de terras muito férteis.

Em 1929 foi iniciado o trabalho da Companhia de Terras, foi também o primeiro passo para a fundação de Londrina, que seria sua base de operações. O planejamento urbano para a região envolvia a criação de cidades que se tornariam núcleos econômicos regionais. Estes núcleos seriam alocados de 100 a 100 Km de distância aproximadamente uns dos outros. São exemplos desse planejamento as cidades de Cianorte, Londrina, Maringá e Umuarama. Entre estas cidades foram fundados patrimônios, distanciados de 10 a 20 Km, que deveriam ser abastecedores intermediários, produtores de gêneros alimentícios de consumo local, como aves,

ovos, frutas, hortaliças e legumes. Com o tempo, alguns desses patrimônios se desenvolveram e também ganharam importância regional. Atualmente, esses antigos patrimônios são cidades tais como Apucarana, Arapongas, Astorga, Cambé, Mandaguari, Nova Esperança, Rolândia, dentre outras.

Já para a área rural o planejamento envolvia a abertura de estradas vicinais, abertas preferencialmente ao longo dos espigões. Os lotes seriam divididos entre 10 a 20 alqueires, com frente para a estrada de acesso e fundos para um ribeirão. Não se deve deixar de considerar o momento econômico da época, esse modo de divisão dos lotes favorecia, na parte alta a plantação de café, área menos afetada pelas geadas. Na parte baixa, o proprietário construía sua casa, plantava sua horta, seu pomar e criava seus animais. A água era retirada do ribeirão ou de poços. Os lotes próximos uns dos outros permitia que as famílias não ficassem isoladas e favorecia o trabalho em mutirões, principalmente na época de colheita do café.

Como no Estado de São Paulo, os colonos que chegavam ao norte do Paraná eram brasileiros vindos de São Paulo, do nordeste e do sul, além de estrangeiros como italianos, alemães, portugueses, espanhóis, russos, holandeses, japoneses, dentre outros. Muitas dessas famílias prosperavam porque compravam terra barato, pagavam a prazo e instalavam-se em regiões onde era possível comercializar produtos secundários como arroz, porcos, galinhas, frutas, legumes, queijo, leite, etc. Estas famílias não possuíam muitas despesas, pois para seu consumo quase tudo era produzido na propriedade, então, a safra de café dava um lucro praticamente líquido que muitas vezes era usado para ampliar a propriedade.

Assim, a formação dessa região que compõe a força da economia da bacia hidrográfica do rio Paranapanema é refletido pelo seu contingente populacional. Depois de todo o processo de ocupação, a área possui 247 municípios com uma população segundo o censo realizado em 2010 pelo IBGE, de 5.922.228 habitantes. Nos 132 municípios paranaenses se encontram 3.357.021 habitantes e nos 115 municípios paulistas estão 2.565.207 habitantes. Na figura 05 pode-se observar a distribuição da população por toda a bacia hidrográfica do rio Paranapanema. A maior parte da área é dominada por municípios com até 20.000 habitantes. Há também municípios com população acima dos 100.000 habitantes. Destaca-se pelo lado paranaense Londrina e Maringá e pelo lado paulista os municípios de Botucatu, Itapetininga, Marília, Ourinhos e Presidente Prudente como os de maiores polos populacionais, todos eles bem distribuídos, sem aglomerações.

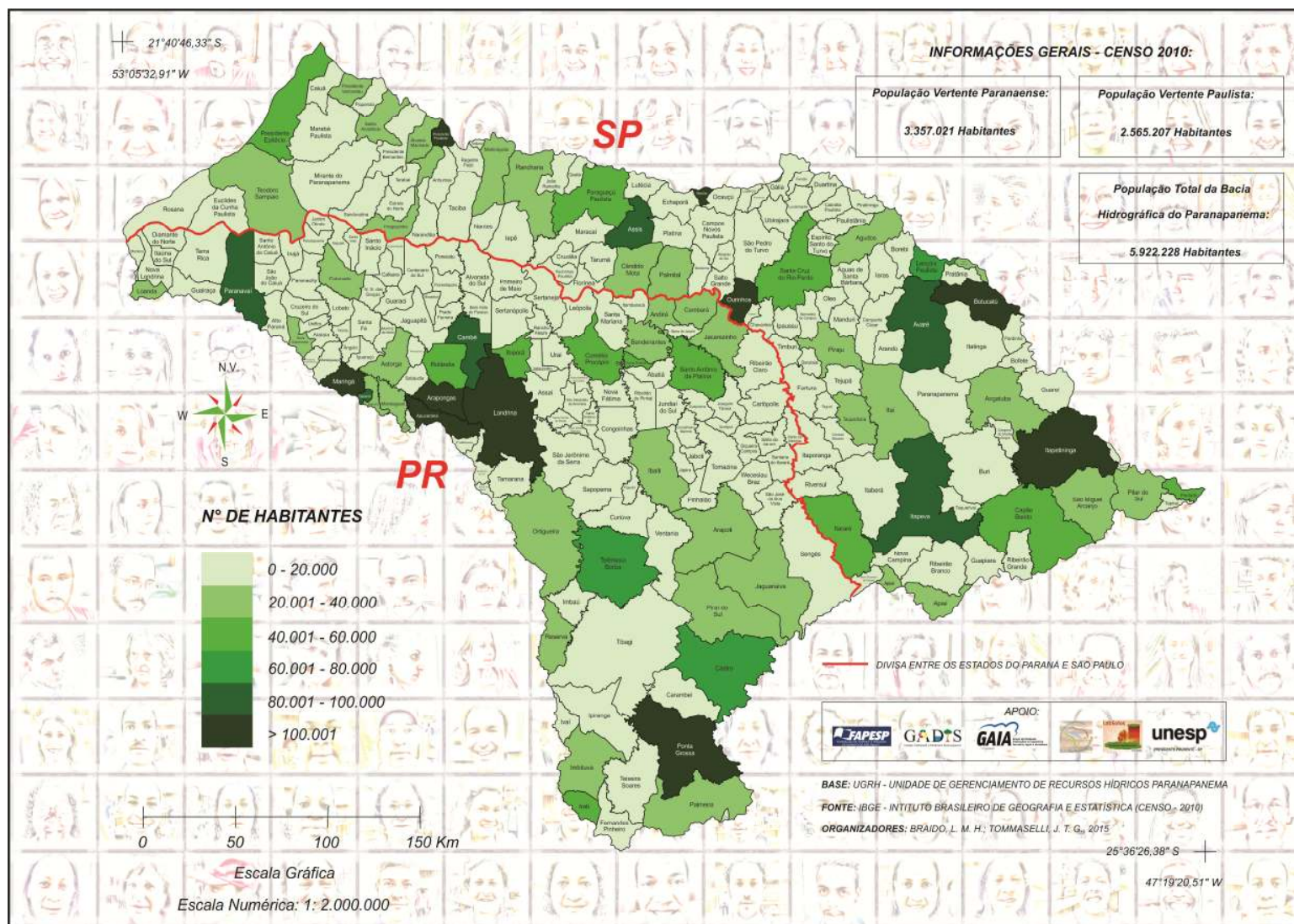


Figura 05 - Distribuição da população na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

Fonte - IBGE, 2010

1.3 - JUSTIFICATIVA PARA A TESE

Devido o aumento da demanda por novas fontes de energia renováveis, como a produção dos agrocombustíveis, o setor sucroalcooleiro do Brasil ganha espaço no cenário internacional. No país o uso do etanol como alternativa a gasolina e no consumo de açúcar já está bem difundido.

Segundo a Brasil (2015), o Brasil a cada ano aumenta a sua produção. Em 2015 o país deverá produzir 654,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em pouco mais de 9 milhões de hectares, isso significa um aumento de 3,1% em relação à safra passada, figura 06.

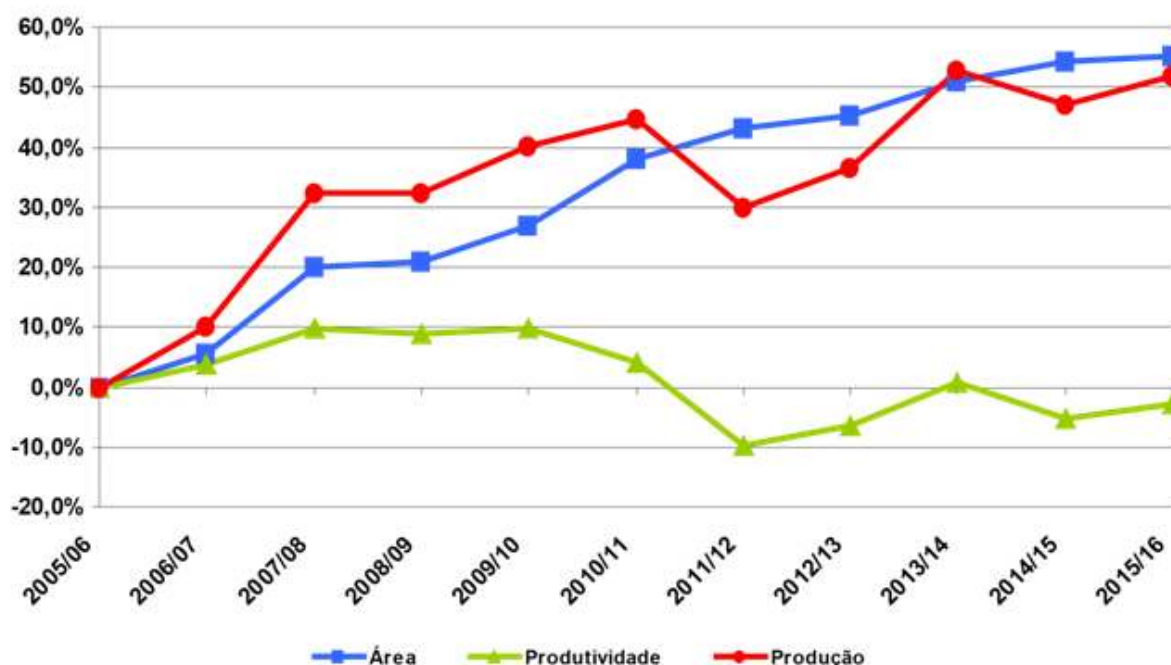


Figura 06 - Variações percentuais acumuladas em relação às safras anteriores

Fonte - Brasil, 2015.

Em relação a área de produção, o Estado de São Paulo é o maior produtor nacional com 51,7% da área plantada, seguido por Goiás com 9,8%, Minas Gerais com 8,9%, Mato Grosso do Sul com 7,5%, Paraná com 6,8%, Alagoas com 4,3% e Pernambuco com 3,0%.

Referente a produção de açúcar, na safra 2014/2015 foram 35,56 milhões de toneladas. Para 2015/2016 a expectativa é de um aumento de 5%, chegando a 37,35 milhões de toneladas.

Com respeito a produção de etanol, o Brasil chegou a 28,66 bilhões de litros na safra 2014/2015 e estima-se 29,20 bilhões de litros para a safra 2015/2016, um aumento de 1,9%.

Esses dados mostram como o setor sucroalcooleiro é importante para o país, o que justifica uma consideração mais aprofundada sobre o assunto, mas também merece atenção o constante aumento de área de cultivo na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, que segundo a figura 07 teve um salto de 675.484 hectares em 2005 para 1.276.387 hectares em 2012, portanto, um aumento considerável num período menor que 10 anos. O reflexo desse processo afeta principalmente o oeste paulista e norte/noroeste paranaense. A consideração dos elementos naturais da área de estudo pode favorecer o planejamento da produção de cana-de-açúcar na área em consideração.

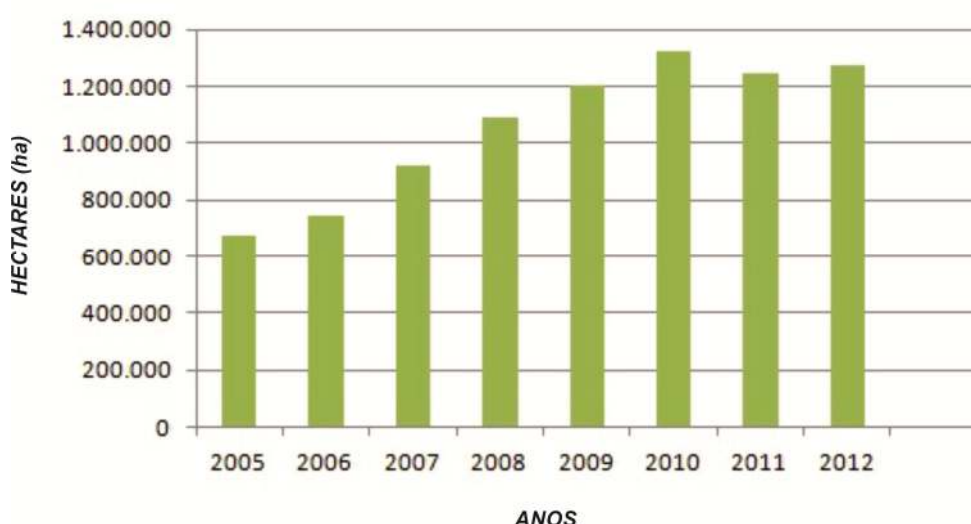


Figura 07 - Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema entre 2005 a 2012.

Fonte - Canasat, 2015.

Em linhas gerais, no Brasil há condições naturais favoráveis para a produção de cana-de-açúcar. Segundo Barbieri e Villa Nova (1997), em grandes porções, como o caso dos Estados do Paraná e São Paulo, o clima é ideal para a cultura, o que permite a produção econômica da cana-de-açúcar sem exigir recursos e técnicas especiais, de modo que os canaviais conquistem cada vez mais área para produção. Outro fator positivo é o relevo suave encontrado em grandes porções da região, aspecto facilitador para a mecanização agrícola.

Do ponto de vista climático, já foram produzidos muitos estudos preocupados com condições favoráveis para a agricultura sobre a região de divisa entre os Estados do Paraná e São Paulo, como, por exemplo, os estudos de Monteiro (1973), Zavatini (1983) e (1985), Wrege *et. al.* (1997) e Silva *et. al.* (2006).

Todos estes autores, concluíram que a região onde se enquadra a área de estudo é de transição climática, com precipitações pluviométricas habitualmente satisfatórias para as produções agrícolas. Assim, são necessários estudos que façam a relação entre a ocorrência da precipitação, que se aloca dentro de uma determinada região climática e a diferenciação no armazenamento de água nos vários tipos de solos encontrados. Nessa mesma linha de análise, a aplicação do balanço hídrico também é importante. Este fator, segundo Ribeiro e Gonçalves (1990), consiste em contabilizar a água no solo, num processo em que a chuva representa a entrada de água no sistema e a evapotranspiração e a infiltração, a saída, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento ou retenção de água no solo.

A espacialização dos valores obtidos do balanço hídrico se tornam fundamentais para o melhor entendimento de aspectos edafoclimáticos. Além de permitir um planejamento melhor das ações, auxiliam nos estudos posteriores sobre o território considerado. Um condicionante a mais é a aplicação da análise sequencial de trajeto³, que são rotas pré-estabelecidas em saídas de campo, para que se possa averiguar em que condições uma cultura se desenvolve e observar a intensidade em que elas ocorrem. O resultado de pesquisas assim são importantes para o planejamento agrícola.

Características climáticas semelhantes por si só, não garantem produções satisfatórias. Nem solos de excelente qualidade, são os únicos elementos para isso. O que se quer mencionar é que o clima, por exemplo, pode ser igual em um dado setor do território, mais os solos talvez sejam diferentes, ou seja, haverá diferenças na produção. As temperaturas e as precipitações pluviométricas podem apresentar dados muito próximos de suas respectivas médias em grandes faixas, mas estes

³ Entende-se neste estudo por análise sequencial de trajeto a variação entre os tipos de rochas, de solos, relevo e vegetação encontrados no decorrer de um trajeto pré-estabelecido entre um ponto (A), e outro (B), por exemplo. Também devem ser consideradas a variação da precipitação e da temperatura. Esta análise envolve a coleta de amostras de solos em pontos escolhidos no decorrer dos trajetos, bem como de material de imagem das culturas estabelecidas no local.

por si só não dão conta de mostrar se são os motivadores principais das melhores produções.

Pode-se unir a mesma discussão, as diferentes variedades de cana-de-açúcar utilizadas nas plantações. Além disso, pode-se considerar a produção em partes altas e baixas das vertentes, em que a água, que faz parte de um sistema com o solo e a planta, junto com minerais, como a argila, percorrem no decorrer dos perfis.

Enfim, o conceito geocomplexo, em que camadas de elementos naturais são adicionadas considerando o reflexo disso para a sociedade ou para algum fator da economia, auxilia na interpretação da paisagem. Por isso que, embora este estudo analise de modo mais próximo os fatores ambientais, não se pode negar a influência dos aspectos econômicos na pesquisa. Desse modo, o produto síntese deste trabalho foi capaz de definir, além de regiões de excedentes hídricos e deficiências hídricas (pela aplicação e espacialização do balanço hídrico), um modelo ou proposta de análise do geocomplexo para a produção de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, podendo ser utilizada para outras regiões e pesquisas.

1.4 - OBJETIVOS

1.4.1 - Geral

Caracterizar a produção da cana-de-açúcar utilizando uma análise sequencial de trajeto e aplicar o balanço hídrico em setores delimitados por elementos semelhantes de clima, solos e relevo, para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, sob o prisma do conceito geocomplexo.

1.4.2 - Específicos

Realizar o levantamento histórico de ocupação da área de estudo, abordando a história da paisagem uso e ocupação da terra e da produção da cana-de-açúcar, além de mostrar a evolução da área ocupada.

Utilizar tecnologia de imagens de satélite para analisar a expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

Elaborar mapas de isoietas de chuvas e de temperatura nas escalas mensal e anual para a área estudada.

Gerar com a série histórica (dados de precipitação pluviométrica e temperatura) com valores médios anuais utilizados para a aplicação do balanço hídrico (através de planilha eletrônica) e determinar os respectivos excedentes hídricos e as deficiências hídricas nos solos, segundo a CAD (Capacidade de água disponível) de cada solo.

Delimitar rotas para análise sequencial de trajeto, com plantações de cana-de-açúcar e utilizar os dados da análise das amostras de solos, bem como o seu CAD para aplicação do balanço hídrico.

Elaborar mapas de excedentes e deficiências hídricas para identificação de áreas mais e menos propícias ao desenvolvimento vegetativo da cultura da cana-de-açúcar.

1.5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o levantamento histórico de ocupação e produção da cana-de-açúcar na área estudada, foram consideradas obras como Ferrari Leite, (1972) e (1998), Abreu (1976), Teixeira (1988), Wachowicz (1988), Gregory (2002), Odália e Caldeira (2010) dentre outras.

Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica mensal, obtidos no site http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/download.html#T2011. Também foram obtidos da mesma fonte dados de temperatura mensal. Os arquivos digitais apresentam informações referente a todo o planeta, em formato de grade regular de 0,5° de latitude por 0,5° de longitude, do ano de 1900 até 2011 (época em que o site foi consultado), sendo atualizado todo ano. Esse trabalho é desenvolvido pela Delaware University, utilizando dados climáticos de diversas fontes, como redes de estações meteorológicas de todo o mundo. No Brasil, por exemplo os arquivos disponibilizados contam com dados das estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Desse conjunto de informações disponíveis, foram selecionados dados do retângulo envolvente da bacia hidrográfica do rio Paranapanema. A série histórica de dados de precipitação pluviométrica e de temperatura obtida foi a de 1970 a 2010.

Os dados de expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar foram obtidos junto ao CANASAT (CANASAT - Monitoramento da Cana-de-açúcar) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com dados localizados no site: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/cultivo.html>. Sua metodologia visou mapear áreas da recente expansão do cultivo da cana, monitorar a colheita e identificar o uso do solo antes de sua expansão.

Para alcançar os resultados no mapeamento da expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar no CANASAT foram utilizados imagens Landsat multi-temporais e multi-espectrais do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat-5, com datas de referência utilizadas de janeiro a abril de 2008 (safra 2008/09) para identificar corretamente os canaviais maduros e renovados a fim de prever com exatidão a área de cana provisória para a produção de açúcar e etanol no início da colheita, em abril. Esta data serviu de referência para a análise das imagens dos outros anos. Como alternativas para imagens com grande cobertura de nuvens, utilizou-se imagens de alta resolução da câmera (CCD) a bordo do China-Brasil Earth Resources Satellite - 2 e - 2B (CBERS - 2 e - 2B). Para cada órbita foi criado um banco de dados com as imagens sem interferência de nuvens a partir das datas de interesse. Todas as imagens foram registradas com polinômio de primeiro grau e interpolação por vizinho mais próximo, com base na ortorretificação do mosaico de imagens Landsat-7 obtido a partir da NASA (National Aeronautics and Space Administration). Todos os registros foram feitos com um erro médio quadrático inferior a 0,5 pixels. O processamento das imagens se deu no programa Spring.⁴ (RUDORFF, *et. al.* 2010).

Notou-se que para a cana-de-açúcar com colheita mecanizada as imagens apresentavam um realce ímpar, devido a palha deixada após a colheita. Em áreas onde a colheita foi realizada com queimadas, as imagens apresentaram realce semelhante a dos solos sem cobertura vegetal ou solo exposto, mesmo assim, com cor suficiente para identificar a cultura da cana. Novos estudos foram realizados para avaliar a precisão temática dos mapas do Projeto CANASAT, como é o caso do trabalho de Adami *et. al.* (2012).

Assim, para a realização desse estudo foram solicitados junto a equipe CANASAT os polígonos das áreas mapeadas entre 2005 a 2012, período em que

⁴ Spring é programa que pode ser obtido livremente via internet pelo site do INPE, acessando: <http://www.dpi.inpe.br/spring/português/download/php>.

os dados estão disponíveis, para a região que compreende a bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

Também foram utilizados dados referentes a área de colheita e produção de açúcar e álcool da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), pois esta com o apoio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, promove desde 2005 levantamentos e avaliações quadrimestrais da safra brasileira de cana-de-açúcar. Esse acompanhamento tem o propósito fundamental de abastecer o governo federal com informações que ajudem a gerir as políticas públicas voltadas para o setor sucroalcooleiro, além de fornecer dados importantes ao próprio setor.

A metodologia empregada pela Conab é desenvolvida com a coleta de informações por técnicos da companhia em visita às unidades de produção em atividade. O objetivo é manter os dados atualizados de área cultivada, produtividade por unidade de área, por corte e desempenho industrial de cada unidade de produção. Os dados coletados possuem elevado nível de confiança e é um retrato fiel dos dados repassados pelos técnicos das próprias unidades. Esses dados são publicados consolidados por Unidade da Federação, uma vez que há um acordo entre a Companhia e as unidades de produção com o objetivo de manter sigilo nas informações individuais, uma vez que este é um dado confidencial e estratégico de cada unidade. Os elementos levantados contém as seguintes informações: A área em produção, área expandida, área renovada, produtividade, produção, capacidade industrial, energia gerada e consumida, tipo de colheita, desenvolvimento vegetativo da cultura, intenção de esmagamento, quantidade de cana destinada à produção de açúcar e à produção de etanol.

Existem na área de estudo 42 destilarias / usinas⁵ de açúcar e álcool, das quais 17 estão no Estado do Paraná e 25 no Estado de São Paulo. As informações referentes a localização das unidades produtoras de álcool e açúcar se encontram no site da UDOP (União dos Produtores de Bioenergia): <http://www.udop.com.br#>.

Para o acompanhamento do ciclo produtivo foram delimitadas rotas para a análise sequencial de trajeto, escolhidas pela intensidade de ocorrência da cultura da cana, conforme apresentado nas imagens de satélite. Mas não é em toda a área da bacia hidrográfica do rio Paranapanema que a cultura da cana se desenvolve, conforme analisado mais a frente, então, também foi consultado o mapa

⁵ Considera-se nesse estudo a destilaria como produtora apenas de etanol e usina como produtora de etanol e açúcar. Utilizou-se mais, no decorrer do texto, o termo usina.

geomorfológico e de solos da área para a escolha de pontos de parada e de coleta de amostras de solos em áreas representativas, em regiões onde são encontrados canaviais e outras culturas. A profundidade das amostras de solos coletadas foram: 0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm e 60 - 80 cm. Isso significa dizer que para cada ponto escolhido foram coletadas 4 amostras de solos. Para a realização desse estudo foram escolhidos 24 pontos de coletas de solos, que resultou em 96 amostras de solos, enviadas para análise no IBRA (Instituto Brasileiro de Análises) para análises física e química do material. A intenção foi relacionar tais dados dos solos das áreas escolhidas para identificar a interferência e o manejo praticado pelas usinas em seus canaviais, comparadas com áreas onde ocorrem outros usos. Assim para estabelecer estas rotas foi importante obter a malha rodoviária atualizada, com as principais rodovias e estradas de toda a área da bacia, junto ao Ministério dos Transportes, este arquivo, que complementou o estudo, está disponível no seguinte site: <http://www.transportes.gov.br/index/conteudo/id/36604>.

Para a melhor exatidão da análise sequencial de trajetos, as rotas estabelecidas, junto com os pontos de coletas de amostras de solos, foram incorporadas as bases cartográficas necessárias. Essas informações foram sobrepostas aos mapas geológico, geomorfológico, hipsométrico e de solos. Foram utilizados também os mapas de precipitação pluviométrica média anual e de temperatura média anual para quantificar as mudanças de feições dos elementos atmosféricos (quantidade média de chuva e temperatura). Não houve exatidão na quantificação da profundidade do manto rochoso e dos solos, mas as mudanças de feições entre o tipo de rocha, tipo de solo, intensidade de ocorrência de canaviais, levantamento da localização dos pontos de coletas de solos (GPS), quantidade de chuva e temperatura, seguiram a descrição disponível nas bases cartográficas utilizadas. Todas as bases cartográficas utilizadas foram disponibilizadas em shp (Shapefile ESRI), para manuseio e mapeamento em SIG (Sistema de Informação Geográfica), através do programa ArcGis 10.0⁶ (Figura 08).

Na análise sazonal foi considerado o ano civil, ou seja, dezembro, janeiro e fevereiro (Verão), março, abril e maio (Outono), junho, julho e agosto (Inverno) e setembro, outubro e novembro (Primavera).

⁶ ArcGis é marca registrada da ESRI Inc.

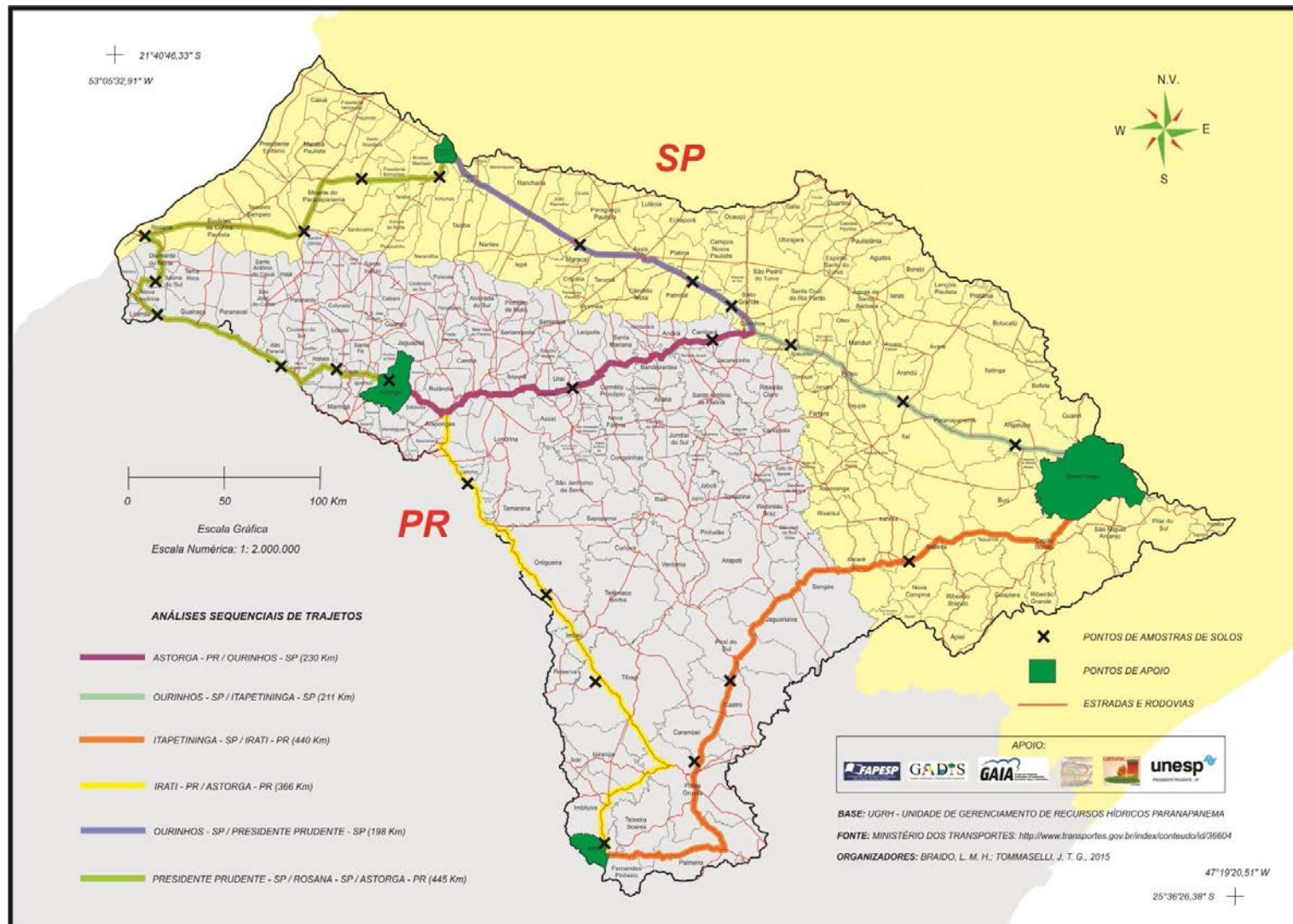


Figura 08 - Trajetos estabelecidos para realização da análise sequencial e localização dos pontos de coletas das amostras de solos

Para a elaboração dos mapas de isoietas (mensal e anual), foi utilizado o programa *Surfer*⁷. A interpolação dos dados na grade do programa foi realizada através do método de *kriging*, considerado o mais adequado para este tipo de representação.

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, referentes ao território nacional, são distribuídos gratuitamente pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), através do site brasileiro: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>. Os dados referentes à área foram baixados e utilizados no programa *Global Mapper*⁸ para a elaboração do mapa hipsométrico. Todos os mapas foram construídos na escala de 1:2.000.000, a escolhida para a realização deste estudo.

Para uma análise mais detalhada sobre os novos rumos para a expansão da cultura agrícola considerada nesse estudo foi consultado o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana). Este documento produzido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento tem o objetivo de fornecer subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas visando à expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro (EMBRAPA, 2009).

Através de técnicas de processamento digital (técnicas semelhantes aplicadas pelo sistema CANASAT), foram analisados características importantes para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Os elementos considerados são os aspectos físicos, químicos e mineralógicos dos solos, bem como o risco climático apresentado a cultura através de uma análise conjunta de dados de precipitação, temperatura, ocorrência de geadas e veranicos.

Foram excluídos da análise da ZAE Cana, as terras com declividades superiores a 12%, que impede a colheita mecanizada. Também foram excluídas as áreas com cobertura vegetal nativa, áreas de proteção ambiental, além dos principais biomas do território brasileiro (Amazônia e Pantanal), as dunas, os mangues, terras indígenas, remanescentes florestais, escarpas e afloramento de rochas, reflorestamentos, áreas urbanas e de mineração, além das áreas já mapeadas pelo sistema CANASAT.

⁷ Surfer é marca registrada da Golden Software Inc.

⁸ Global Mapper é marca registrada da Global Mapper Software.

As áreas indicadas para a expansão da cultura da cana-de-açúcar compreendem aquelas atualmente utilizadas pela agricultura intensiva, semi-intensiva, lavouras especiais (perenes e anuais) e pastagens. Estas foram classificadas em três classes de potencial (Alto, médio e baixo).

O material desse estudo (ZAE Cana) escolhido para compor a presente tese são os mapas que apresentam a localização das destilarias / usinas em operação e as que ainda estão projetadas para o Brasil e o zoneamento agroecológico propriamente dito para os Estados de São Paulo e Paraná.

O mapa de população foi elaborado com os resultados apresentados pelo último censo do IBGE realizado em 2010. Suas informações estão contidas no site: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>.

O mapa de solos foi obtido dos trabalhos de Carvalho (1977), Oliveira *et. al.* (1999) e IBGE (2001), e as cores do mapa e nomenclatura dos solos seguiram os requisitos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009). O mapa geológico foi obtido junto ao site GEOBANK do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. O mapa geomorfológico da área foi construído segundo Santos *et. al.* (2006).

Foram delimitados setores para a área de estudo considerando características climáticas, pedológicas e de relevo. Ao sobrepor os mapas de precipitação pluviométrica média anual e o de temperatura média anual, foram identificados 6 setores. Também foram utilizados perfis topográficos para aferir a variação da altitude dentro desses mesmos setores.

Visto que as informações com precipitações pluviométricas e temperaturas foram disponibilizadas por grades regulares de 0,5° de latitude por 0,5° de longitude, foram escolhidos pontos centrais dentro dos setores delimitados, para a coleta de dados médios anuais de chuvas e temperaturas. Esses dados foram primordiais para a aplicação do balanço hídrico, pois apresentam de modo mais correto a realidade atmosférica da região ou setor em consideração.

Essa setorização foi sobreposta ao mapa de solos para aplicar o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) nas principais classes de solos encontradas na área de estudo, por setor, 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 dos trabalhos de Carvalho (1977), EMBRAPA (1982) e Portugal *et. al.* (2008). Considerou-se o valor

médio de CAD de 125 mm, nas aplicações do balanço hídrico para o Organossolo Mésico.

Assim, encontram-se nos setores delimitados as seguintes informações:

- Setor 1: Média da precipitação pluviométrica anual 1.100 - 1.300 mm / Média da temperatura anual 20 - 23 °C / Altitude 300 - 600 m;
- Setor 2: Média da precipitação pluviométrica anual 1.301 - 1.500 mm / Média da temperatura anual 20 - 23 °C / Altitude 400 - 800 m;
- Setor 3: Média da precipitação pluviométrica anual 1.501 - 1.700 mm / Média da temperatura anual 20 - 23 °C / Altitude 500 - 800 m;
- Setor 4: Média da precipitação pluviométrica anual 1.100 - 1.300 mm / Média da temperatura anual 16 - 20 °C / Altitude 600 - 800 m;
- Setor 5: Média da precipitação pluviométrica anual 1.301 - 1.500 mm / Média da temperatura anual 16 - 20 °C / Altitude 700 - 1.200 m;
- Setor 6: Média da precipitação pluviométrica anual 1.501 - 1.700 mm / Média da temperatura anual 16 - 20 °C / Altitude 700 - 1.000 m.

Sobre os tipos de solos e sua CAD, de acordo com Reichardt (1987), CAD é a quantidade de água disponível entre o potencial da água no solo correspondente a capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente. Ribeiro e Gonçalves (1990) definem capacidade de campo como o correspondente ao teor máximo de água que o solo úmido pode reter contra a ação da gravidade em condições normais de campo não perdido para a infiltração. De acordo com Jong Van Lier (2000) ponto de murcha permanente é o teor de água que um solo apresenta no qual as folhas de uma planta que nele cresce, atinge, pela primeira vez, um murchamento irrecuperável.

A figura 09 apresenta o esquema prático utilizado na construção da tese. À medida em que as bases cartográficas foram elaboradas e conforme os dados estatísticos evoluíam, os próximos passos foram dados obedecendo o ordenamento proposto. Esse esboço ou mapa de atividades foi fundamental para a organização das ações.

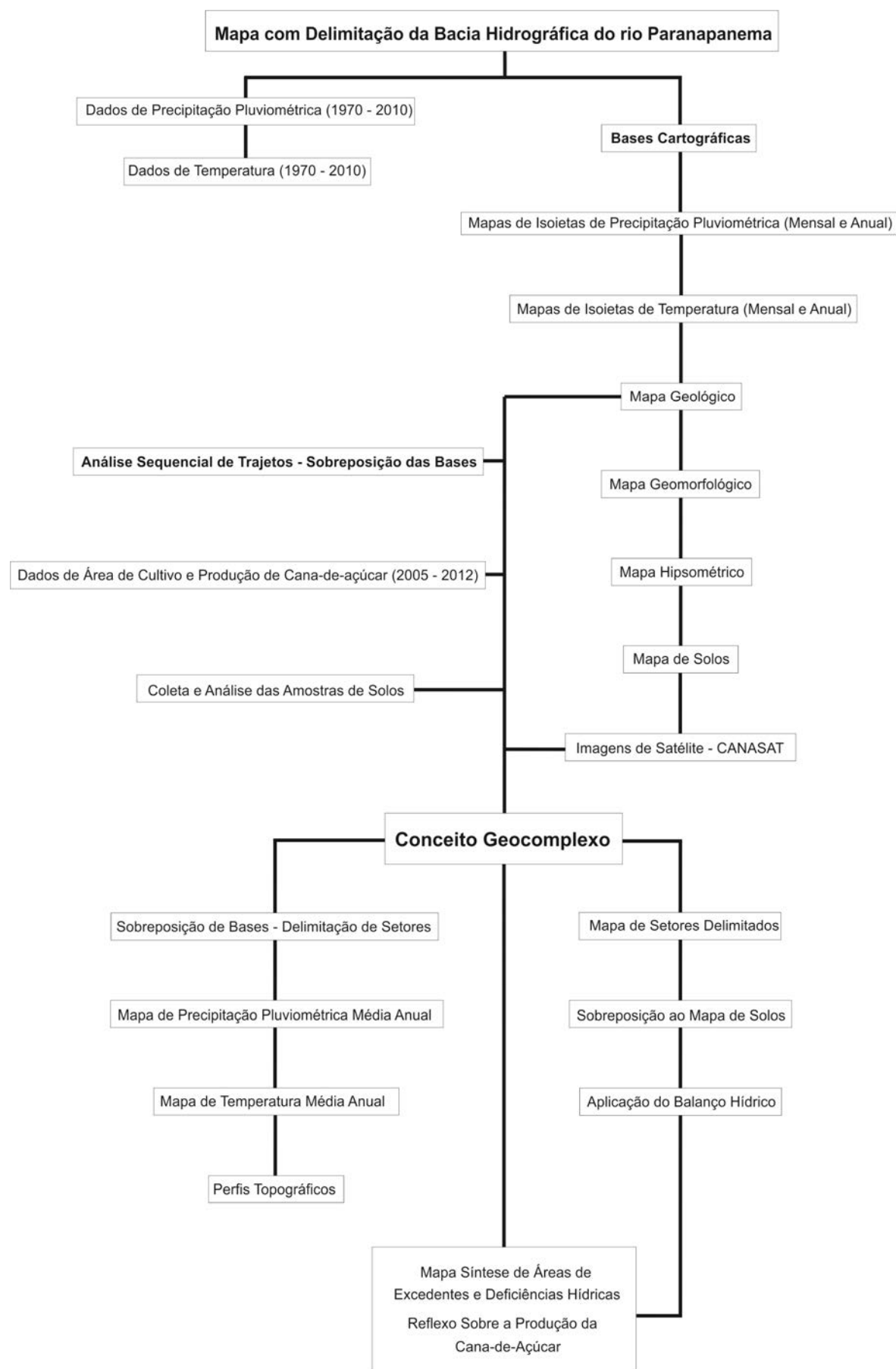


Figura 09 – Roteiro metodológico utilizado para elaboração da tese

CAPÍTULO 2

***RELAÇÃO NATUREZA-SOCIEDADE E A
UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS:
(A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARANAPANEMA - PR / SP)***

2 - RELAÇÃO NATUREZA-SOCIEDADE E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS: (A PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA)

A história da sociedade sempre esteve associada a natureza ou na utilização dos recursos naturais. Com a revolução técnico-científica dos séculos XVI e XVII, acontecimento atrelado ao desenvolvimento do capitalismo, os recursos naturais passaram a ser explorados como nunca antes.

O modo cartesiano de ver a natureza (defendido por René Descartes com sua famosa frase "nos tornar como que senhores e possuidores da natureza", faz a sociedade encarar a natureza como um recurso.

Com essa ótica no modo de agir a sociedade criou desequilíbrios ambientais que preocupam as gerações futuras. Em defesa do meio ambiente, diversas instituições se prestam a fazer campanhas na mídia para alardear sobre os perigos que a sociedade já enfrenta pela não preservação do meio ambiente.

Para a realidade nacional, Gonçalves (1989) comenta a diferença existente entre o discurso e a prática no que se refere a conservação dos recursos naturais:

"A distância entre o discurso e a prática é gritante: o próprio nome do país, Brasil, é o de uma madeira que não se encontra mais, a não ser em museus e jardins botânicos e a nossa bandeira cada vez corresponde menos ao verde de nossas matas ou ao amarelo do nosso ouro. O azul de nosso céu é cada vez menos nítido, seja pelas queimadas que impedem até que aviões levantem vôo dos aeroportos, seja pela poluição de nossos centros industriais..." (GONÇALVES, 1989, p. 14).

O movimento ecológico tem feito uma reflexão mais aprofundada sobre que rumos a sociedade pode tomar para a conservação ambiental. Sua proposição é por um outro modo de vida, mudando valores já consagrados que perpetuam os mesmos problemas. É pelo sentimento de mudança que, conforme menciona Gonçalves (1989), os ecologistas sempre lutam contra o desmatamento, os agrotóxicos, os alimentos contaminados, o crescimento da população, a urbanização descontrolada, o gigantismo tecnológico e nuclear, a poluição, a erosão dos solos, a extinção de animais, dentre outros.

A preocupação com a natureza demonstrada por vários pesquisadores se justifica pela ação do meio social sobre o ambiente. Cavalcanti (2001) diz que a utilização dos recursos naturais em processos ligados a economia precisam ser

conciliados. Segundo ele, para as ações do homem é necessário uma análise multidimensional e multidisciplinar que dê conta do processo econômico envolvido.

Ter a concepção acima mencionada é equivalente a dizer que, para a condição atual, é preciso uma mudança de pensamento no que diz respeito ao crescimento econômico, para uma condição de preservação do meio ambiente como fator de peso no desenvolvimento da sociedade. Cavalcanti ainda menciona que os conceitos e métodos utilizados pela ciência e economia devem considerar as restrições que a dimensão ambiental lhes impõe.

Trazer o desenvolvimento para um território, que supra as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras é tema de muitos estudos ambientais, assunto, aliás, que faz parte do pilar central do conceito conhecido e tão discutido, desenvolvimento sustentável.

Analizando os princípios mencionados sobre a preservação da natureza e a utilização dos recursos naturais da atualidade, nota-se que estes foram ignorados por décadas pelo meio político e econômico, pois é mais provável observar no futuro grande queda nos níveis de produção pelo esgotamento dos recursos naturais, do que uma mudança do modo de agir quanto a preservação.

Pode-se unir a esta mesma discussão, o significado do termo preservação, e sua diferença com outro termo, a conservação. Preservar a natureza é não utilizar o recurso natural, a fim de não acarretar alterações na paisagem local. Conservar é cuidar do recurso natural necessário para a sobrevivência, de forma sustentável. (DIAS, 2012).

Diegues (1994), opina sobre a questão quando diz:

"Se a essência da 'conservação dos recursos' é o uso adequado e criterioso dos recursos naturais, a essência da corrente oposta, a preservacionista pode ser descrita como reverência a natureza no sentido da apreciação estética e espiritual da vida selvagem (Wilderness). Ela pretende proteger a natureza contra o desenvolvimento moderno, industrial e urbano" (DIEGUES, 1994, p. 25).

O atual modelo de desenvolvimento que se caracteriza basicamente pela desigualdade, esgotamento dos recursos naturais e problemas sociais, que somente tem prejudicado o meio ambiente e a sociedade como um todo, se baseia na ideia de que um país para ser desenvolvido deve primeiramente desenvolver suas

indústrias, o que elevará os níveis de poluição, desmatamento e tantos outros problemas ambientais e sociais (DIAS, 2012).

A riqueza de um país passa pelo manejo da paisagem natural. Assim, o conceito conservação, teoricamente, nos parece mais adequado, em que a possibilidade de produzir, com o menor grau de interferência negativa ao meio ambiente, é a opção mais acertada no atual caminhar pelo desenvolvimento econômico. O Brasil, uma das maiores economias do mundo, é um grande produtor de alimentos e sua economia tem forte estrutura sobre este setor. Assim, como em outros países, a complexidade no processo produtivo em que a agricultura e a indústria se entrelaçam é tão grande ao longo da história que diversos conceitos foram criados para tentar explicá-lo.

O primeiro deles é o Agribusiness, ou agronegócio. Este conceito foi criado por Davis e Goldberg em 1957. É o conjunto de atividades realizadas envolvendo relações comerciais e industriais utilizando produtos agrícolas. As recentes premissas teóricas do agronegócio se dividem em três partes: a primeira representa os produtores rurais, sejam eles pequenos, médios ou grandes. A segunda parte se refere as atividades a montante do processo, representados pela indústria e comércio fornecedor de insumos para a produção rural, por exemplo, fertilizantes, defensivos químicos e equipamentos. E a terceira e última parte, trata dos negócios relacionados a compra, transporte, beneficiamento dos produtos agropecuários até chegar ao consumidor final.

Outro conceito é o Complexo Agroindustrial (CAI), historicamente mais utilizado no Brasil, tem sua ideia inicial no trabalho de Perroux, nos anos 60, mais tarde utilizado por Malassis nos anos de 1970. Por fim, Alberto Passos Guimarães trás em 1976 esse termo para o Brasil para qualificar seus estudos sobre a modernização da agricultura. O CAI se identifica pela formação de um complexo a partir da interdependência da agricultura e da indústria. Sobre o estudo de Guimarães, Belik (2007), comenta:

"Com uma profunda noção de movimento, Guimarães demonstra que não apenas a agricultura se industrializa como a indústria industrializa a agricultura. Tanto a agricultura camponesa como a agricultura moderna se integra ao CAI deixando de se comportar como setores isolados" (BELIK, 2007, p. 146).

Desse modo, a noção de Complexo Agroindustrial analisa o vínculo entre as atividades agropecuárias e as industriais (a sua montante e sua jusante) e o comércio de produtos agrários e agroindustriais numa relação de interdependência.

Embora o CAI tenha sido utilizado há algumas décadas nos estudos brasileiros, sobre a questão agropecuária, o termo agronegócio atualmente já está bem difundido no meio acadêmico e noticioso⁹.

Os conceitos mencionados acima são importantes porque, dentre as cadeias produtivas mais importantes do Brasil, está a cana-de-açúcar, a qual discutiu-se mais a fundo logo adiante.

2.1 - FISIOLOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM SPP*)

Atualmente a discussão em torno de novas fontes geradoras de energia ganha espaço no cenário científico. A mídia tem esse tema como uma de suas pautas mais recorrentes já que os combustíveis fósseis possuem fontes com capacidade limitada, até a descoberta de novas jazidas. O Brasil assume posição de destaque mundial na produção de etanol extraído da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), produto que polui em menor grau o ambiente e com grande apelo pela sustentabilidade do processo, pois a cada ciclo produtivo, a mesma ou maior quantidade é produzida de acordo com a área de cultivo disponível para a cultura.

A planta, cana-de-açúcar, é uma gramínea semiperene e expressa um bom desenvolvimento em solos onde há boa aeração, boa drenagem, o que exige solos com profundidade superior a um metro. O desenvolvimento da cana ocorre em dois ciclos. O primeiro ciclo da cultura é chamado de cana-planta, ou seja, quando a cultura ainda não teve o primeiro corte. O período da cana-planta pode ser de 12 ou 18 meses, conforme a variedade (BRASIL, 2015).

Após o primeiro corte encerra-se o ciclo da cana-planta e se inicia o ciclo da cana soca. Neste ciclo o período passa a ser de 12 meses para todas as variedades. A cultura tem como característica ser semiperene porque permite vários cortes, sem a necessidade de replantio, porém, a cada safra é necessária a aplicação de insumos agrícolas de forma que a cultura continue com patamares de produtividades

⁹ Não é objetivo deste estudo debater sobre qual termo é o correto, pois a questão ainda apresenta um grande contrassenso no cenário acadêmico.

vantajosos. Quanto maior o número de corte, menor é a resposta da cultura à aplicação desses insumos, o que faz com que em determinado momento seja necessária a renovação desses canaviais.

Alguns elementos atmosféricos¹⁰ são responsáveis e importantes pela maior expressão de produtividade da cana-de-açúcar. Dentre eles estão a temperatura, a incidência de radiação solar e disponibilidade de água no solo, de modo que a cana é considerada uma planta essencialmente tropical. Temperaturas com média dos índices inferiores a 21°C reduzem a taxa de alongamento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose (Magalhães, 1987). Isso explica porque a cultura é pouco expressiva na região Sul do país. A região é responsável por cerca de 7% da produção nacional e mais de 99,8% desse total é produzido na região norte do Paraná, onde as temperaturas médias são mais altas do que o restante da região Sul (BRASIL, 2015).

A variedade ou o tipo de cana plantada define o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea. No entanto, as condições climáticas, o manejo e as práticas culturais utilizadas também devem ser consideradas, (RODRIGUES, 1995).

A cana-de-açúcar apresenta um sistema vegetativo, com raízes fasciculadas podendo atingir até 4 m de profundidade, com 85% delas situadas nos primeiros 50 cm. Dentre suas partes, o colmo é a que fica acima do solo, sustentando as folhas. Há também a região nodal que 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), (Figura 10).

¹⁰ 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 anuais (EMBRAPA... online, 2015).

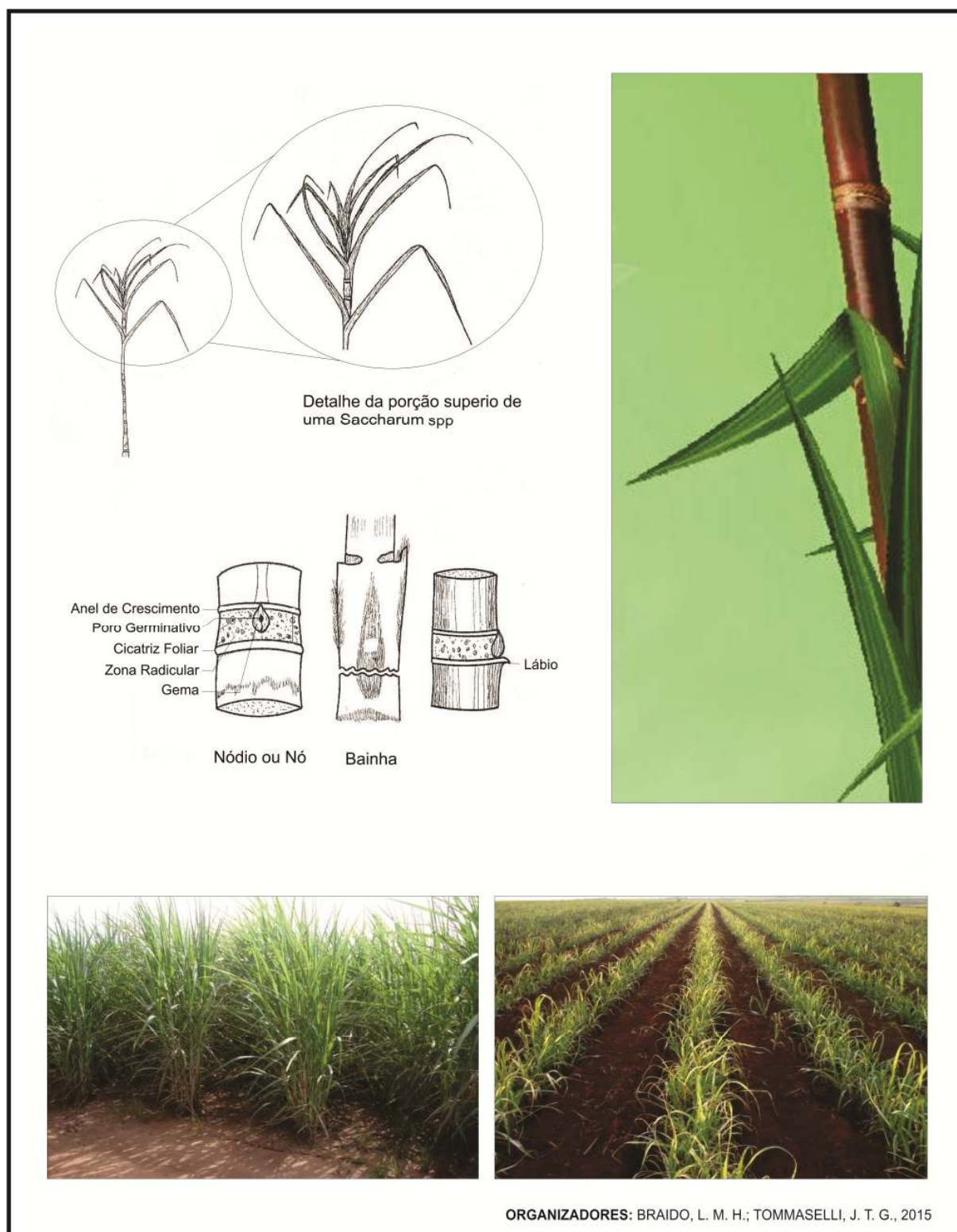


Figura 10 - Partes do sistema vegetativo da cana-de-açúcar
Fonte - Embrapa (2004)

O perfilhamento, outra característica importante das gramíneas e também na cana-de-açúcar, é o processo no qual a planta produz brotos, colmos ou hastes laterais na mesma planta. A cultura perfilha nos primeiros meses após o plantio (ou após a rebrota) e os fatores que são responsáveis inicialmente pelo perfilhamento são a temperatura e a radiação solar, mas a variedade utilizada, a densidade do plantio, o ciclo (cana-planta ou soca), assim como a disponibilidade de água e a de nitrogênio no solo também podem ser determinantes pela intensidade do perfilhamento (SUGUITANI; MATSUOKA, 2001).

O aumento do perfilhamento de cana-de-açúcar estende-se até os 180 dias após o plantio da cana, ou após o corte da cana-soca e varia em função das condições de temperatura e a disponibilidade hídrica favorável. Após este período há uma redução de cerca de 50% no perfilhamento e a partir dos 270 dias o número de perfilhos tende a estabilizar-se, o que é uma característica fisiológica da cana-de-açúcar, (DILLEWIJN, 1952; BARBIERI, 1993; PRADO, 1988, DAROS *et. al.*, 1999; SILVA *et. al.* 2002; CASTRO e CHRISTOFOLETTI, 2005).

A estabilização do perfilhamento ocorre pelo sombreamento ocasionado pela própria cultura, o autossombreamento, o que induz a aceleração do crescimento do colmo principal. Somente com a deficiência hídrica ou com a ocorrência de baixas temperaturas é que o processo de crescimento dos colmo tem prejuízo.

O florescimento da cana-de-açúcar, outro processo natural, paralisa o crescimento vegetativo do colmo e com evidente perda do rendimento de açúcar, ou o açúcar total recuperável (ATR¹¹), de modo que as colheitas precisam ocorrer antes do ponto de desenvolvimento vegetativo.

2.2 - A EXPANSÃO DA ÁREA DE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA: O ÁLCOOL (ETANOL) COMO PRINCIPAL AGROCOMBUSTÍVEL PRODUZIDO NO BRASIL

Em um cenário de crise mundial financeira, alimentar, energética e climática, o Brasil se coloca em evidência ao lançar uma campanha agressiva em defesa da sustentabilidade, da produção de agrocombustíveis ou, como dito por Souza (2011), da agroenergia, produzido a partir do etanol. Esse motivo é um fator influente para justificar a introdução dos agrocombustíveis na matriz energética brasileira.

¹¹ Quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial.

Conforme apontam muitos estudos, a produção de agrocombustíveis é uma forma de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, particularmente das emissões veiculares. Para o governo, argumentos tais como a inclusão social e da organização dos agricultores, até manifestações implícitas de interesses corporativistas setoriais, passando pelas questões ambientais e territoriais, são os motivos apresentados para a aceitação de suas propostas. O discurso governamental também se baseia na premissa da ameaça de esgotamento dos combustíveis fósseis e de seus impactos negativos sobre o clima mundial.

A ênfase dada a discussão sobre a produção de fontes de energia menos poluidoras está em conformidade com o compromisso firmado das principais nações no Protocolo de Kyoto de reduzir suas emissões em até 5%. O receio apresentado pela FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, é que venha a existir uma incompatibilidade ou competição da produção agrícola para fins energéticos, com a produção de alimentos, pressionando os preços dos produtos alimentícios e da terra, ampliando a fronteira agrícola, o desmatamento e a insegurança alimentar, (SOUZA, 2011).

Certos do sucesso da geração de fontes energéticas mais limpas, as principais nações continuam a incentivar a produção, dentre elas o Brasil. A preocupação em utilizar a cana-de-açúcar, hoje principal cultura utilizada na produção do açúcar e etanol, é relativamente antiga. Já em 1930, o país criou o Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA. Como parte de um processo histórico, as transformações da agricultura brasileira quanto ao processo de modernização foram intensificadas com a chamada Revolução Verde, na década de 1960 - 1970. A ampliação do mercado interno, o crescimento populacional e o crescimento do consumo influenciaram políticas que estabeleceram pacotes tecnológicos para a agricultura, inclusive no setor sucroalcooleiro.

Com a crise do petróleo, causada pelos conflitos no Oriente Médio, a criação da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e pela queda do preço do açúcar no mercado internacional, na década de 1970, o governo brasileiro passou a se preocupar com sérias questões, tais como: o perigo da escassez de um recurso energético estratégico; Elaborar políticas de criação de fontes alternativas de energia, orientando e traçando diretrizes para sua expansão e; Investimento em pesquisas na área.

Foi nesse contexto que o etanol passou a ser uma alternativa à gasolina importada e ao petróleo como fonte de energia. Essa justificativa dava legitimidade a expansão da atividade. Instituiu-se também, a partir de então, um forte aparato técnico-científico na busca de produtividade e eficiência com pesquisas de melhoramento genético da cana-de-açúcar, consolidando, assim, a relação entre produção de saber, desenvolvimento e capital, (SOUZA, 2011).

Na mesma década de 1970 foi criado o Pró-álcool, Programa Nacional do Alcool, para substituição em larga escala dos combustíveis fósseis utilizados pelos veículos, por álcool (etanol¹²). A aposta brasileira nesse produto fortaleceu-se ainda mais com a segunda crise do petróleo na década de 1980. Tanto no Brasil, como em todo o mundo, além da questão sustentável, de acordo com Tommaselli (2012), em uma análise detalhada, percebe-se que as estruturas construídas para obtenção de novas fontes de energia associam-se mais aos interesses econômicos que aos sociais e ambientais, tanto é verdade que desde então, o Brasil tornou-se o maior produtor de etanol e açúcar.

Também atreladas ao contexto político à criação do IAA e do Pró-Álcool, está a intenção de sustentar o Estado de São Paulo com papel central no processo de desenvolvimento da indústria. Na verdade, a economia paulista já despontava como a de maior importância no país, atualmente, o Estado é o mais rico da federação e o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo.

De fato, no Estado de São Paulo, desde a década de 1930 até a década de 1990, uma das estratégias adotadas para operacionalizar o desenvolvimento, primeiro da agricultura, depois da agroindústria foi o incentivo às cooperativas agropecuárias que, no decorrer do tempo, em grande medida, tornaram-se cooperativas agroindustriais, (PANZUTTI, 1997).

¹² Em sua aplicação como combustível, o etanol está presente de forma pura ou misturado à gasolina. O etanol comum vendido nos postos é o álcool etílico hidratado, uma mistura com cerca de 96% de etanol e o restante de água. Já o etanol misturado à gasolina é o álcool anidro, um tipo de etanol que possui pelo menos 99,6% de álcool puro. Na gasolina brasileira a proporção de etanol misturado ao combustível varia de 20% e 25%, de acordo com determinação do governo. Por ser obtido de vegetais, o etanol é considerado um combustível renovável, ou seja, não se esgota. É também um combustível sustentável, pois grande parte do gás carbônico lançado na atmosfera em sua produção é absorvido pela própria cana-de-açúcar durante a fotossíntese. É calculado que o etanol reduz em 89% a emissão de gases de efeito estufa se comparado à gasolina. Além disso, ele lança menos gases poluentes em comparação com os combustíveis derivados do petróleo, o que o torna um dos mais viáveis ecologicamente (NOVA CANA... *online*, 2015).

Do lado político, em 1996 foi criada a Frente Parlamentar do Setor Sucroalcooleiro no Congresso Nacional, integrada por parlamentares dos estados de São Paulo, Alagoas e Pernambuco, com o objetivo de defender os interesses dos estados produtores no Poder Legislativo Federal. Essa coligação, depois passou a ser composta por parlamentares de todos os estados sucroalcooleiros (PR, SP, MT, GO, MG, RJ e PE).

Com influência no governo, o setor sucroalcooleiro, arranhou formas de incentivar o consumo de veículos a álcool. Algumas estratégias foram adotadas: A redução de impostos como IPI e IPVA, isenção de ICMS e preços vantajosos com relação à gasolina para o abastecimento com etanol, além de estímulo à conversão de motores à gasolina para álcool etc... (SOUZA, 2011).

Em 1997 foi criada a União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), para defesa dos interesses do setor, com o objetivo principal de unificar os produtores. Essa estratégia é importante, pois:

Os grupos das agroindústrias sucroalcooleiras, por meio de estratégias orquestradas pelas organizações de representação dos industriais do setor, particularmente a UNICA, procuram cada vez mais se distanciar da imagem de vilões ambientais e do histórico negativo em termos de relações sociais (seja nas relações trabalhistas seja naquelas com as comunidades no seu entorno) para tornarem-se exemplo de negócios sustentáveis (SOUZA, 2011, p. 100).

Em 2008, foi anunciada a criação da COPERSUCAR S.A., uma das maiores empresas exportadoras mundiais de açúcar e agrocombustíveis. Pode-se assim dizer que, atualmente a agroindústria sucroalcooleira tem se destacado pelo volume de operações de fusões, aquisições de empresas e na ampliação do capital internacional. Além da mistura assegurada por lei de etanol a gasolina, o setor sucroalcooleiro passou a ter altos índices de lucro com o lançamento dos carros com sistema *flex*, onde o veículo funciona com qualquer proporção de mistura entre etanol e gasolina, com opção de funcionamento apenas com etanol.

Muito do que o Brasil conquistou na atividade canavieira se deu pelas pesquisas desenvolvidas na área. Cita-se aqui a RIDESA - A Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético, criado em 1991, instituída por meio de convênio firmado entre sete Universidades Federais (UFPR, UFSCar, UFV, UFRRJ, UFS, UFAL e UFRPE). O trabalho da RIDESA é essencialmente em pesquisa para o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar que possam ser

alocadas em determinados tipos de solo, clima, relevo e adaptadas à colheita mecânica, (RIDESA... *online*, 2015).

Outro importante centro de pesquisa é o CTC - Centro de Tecnologia Canavieira, criado em 2004, com o objetivo de realizar pesquisas e desenvolver novas tecnologias voltadas para logística e indústria do setor sucroalcooleiro. É também tarefa dessa instituição, desenvolver novas variedades de cana-de-açúcar.

Por exemplo, um estudo desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2004) avaliou as áreas com potencial agrícola do oeste do Estado de São Paulo. Constatou-se que os solos encontrados nesta região são em termos de classificação (umidade, fertilidade e textura), em sua grande maioria, os mesmos encontrados na grande fronteira agrícola dos cerrados da porção centro-oeste brasileiro. A conclusão final foi que a região estudada apresenta clima de médio a alto potencial para a produção de cana-de-açúcar (UNICAMP, 2005).

Não se deve deixar de destacar a criação da Embrapa Agroenergia, em 2006, que visa complementar e aprimorar as pesquisas já em andamento e, como empresa pública, contribuir para o planejamento regional.

Juntamente ao ritmo acelerado de pesquisas, no mundo todo cresce a preocupação com a conservação do meio ambiente, assim, aumento da produtividade e competitividade tornou-se condição principal para as empresas que, ao estabelecer metas adotam as formas racionais de gestão e de controle do processo produtivo e de trabalho pela necessidade de novos padrões tecnológicos e ambientais investindo em produtos diferenciados.

Nessa perspectiva, foram criados os Sistemas de Gestão Ambiental e de Controle de Qualidade. Podemos citar os parâmetros utilizados para a certificação e controle de produtos e processos como as ISO 9000 e ISO 14000 e certificação orgânica, tornando as empresas mais exigentes quanto ao controle e a qualidade de seus produtos, consequentemente, passando a exigir mais dos trabalhadores envolvidos direta e indiretamente no processo (OLIVEIRA, 2003).

Souza (2011), complementa a questão por dizer:

... a conscientização do setor sobre a necessidade de implementar ações menos agressivas ao meio ambiente, quanto da transformação da questão ambiental em instrumento de proteção de mercado. O discurso ecológico tem se materializado em estratégias... projetos de certificação orgânica... projetos de co-geração de energia e de sequestro de carbono... Um dos subprodutos da cana-de-açúcar, o bagaço, tem sido utilizado para a

produção de energia elétrica, o que alimenta o discurso da produção de energia limpa e renovável. Assim, o próprio processo de dominação do capital, travestido em preocupação ambiental, acaba saindo fortalecido a partir da apropriação das demandas e dos discursos ambientais (SOUZA, 2011, p. 116).

Associadas a preocupação com a vertente ambiental, os órgãos gestores do território brasileiro cada vez mais apontam para a direção da conservação dos recursos naturais na produção agrícola, com a exigência de adequação ambiental das propriedades e também pelo cumprimento das regras do código florestal. Em 2009, o governo lançou o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar. O zoneamento foi criado com o objetivo de aumentar a produção de etanol no país para atender a demanda por agrocombustíveis. A medida proíbe, por exemplo, a expansão da cana no Pantanal e Amazônia, importantes biomas nacionais. O Ministério da Agricultura confirma:

"A política nacional para produção da cana-de-açúcar se orienta na expansão sustentável da cultura, com base em critérios econômicos, ambientais e sociais. O programa de Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE Cana) regula o plantio da cana, levando em consideração o meio ambiente e a aptidão econômica da região. A partir de um estudo minucioso, são estipuladas áreas propícias ao plantio com base nos tipos de clima, solo, biomas e necessidades de irrigação" (Brasil... *online*, 2014).

Nas figuras 11 e 12 a seguir, nota-se que na classificação dada, pelo ZAE Cana, a maior parte das porções de áreas nos Estados de São Paulo e Paraná, onde principalmente se encaixa a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, favorecem o desenvolvimento da cana-de-açúcar, considerados de potencial alto para expansão da cultura.

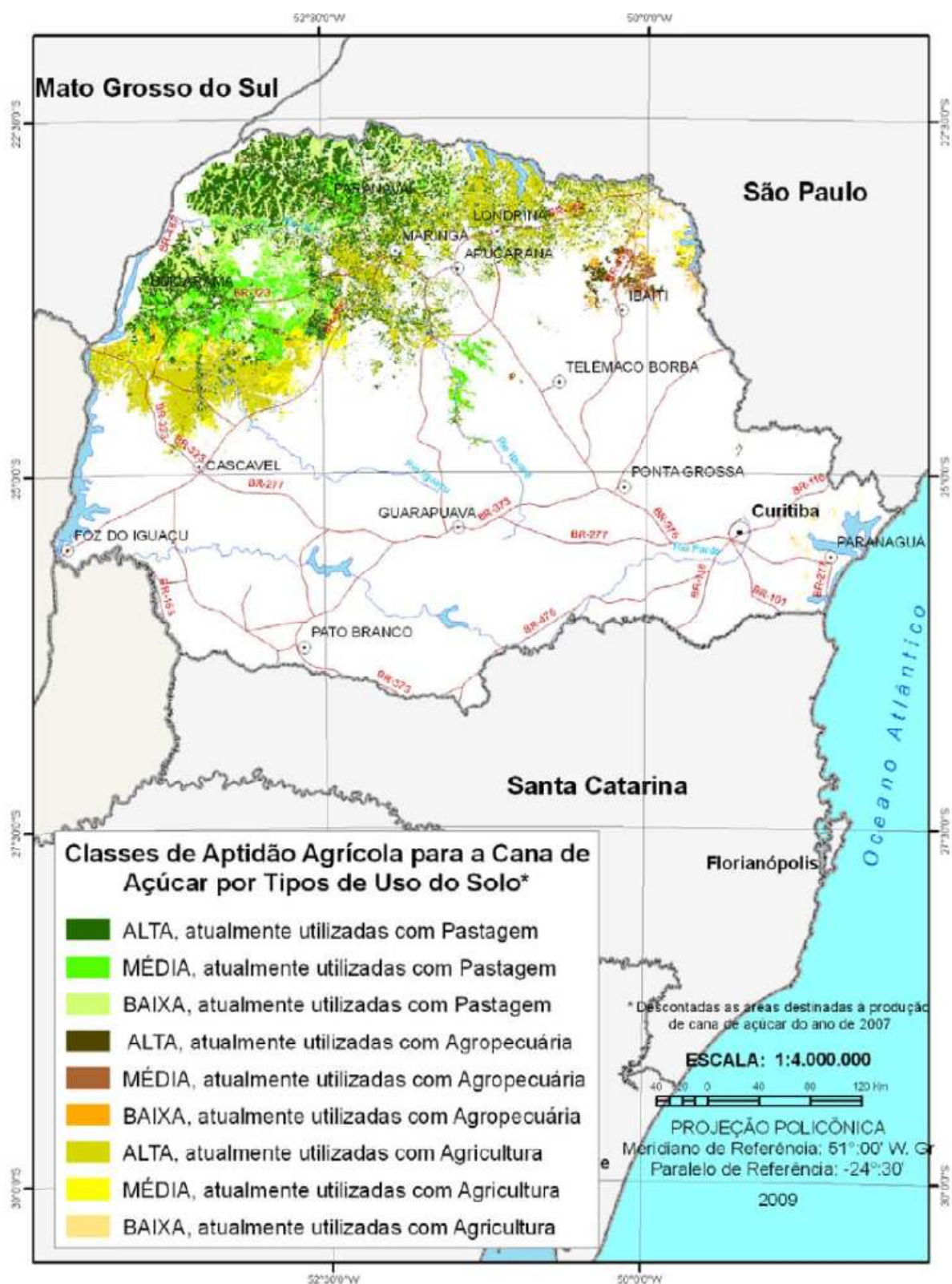


Figura 11 - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Estado do Paraná

Fonte - Embrapa, 2009

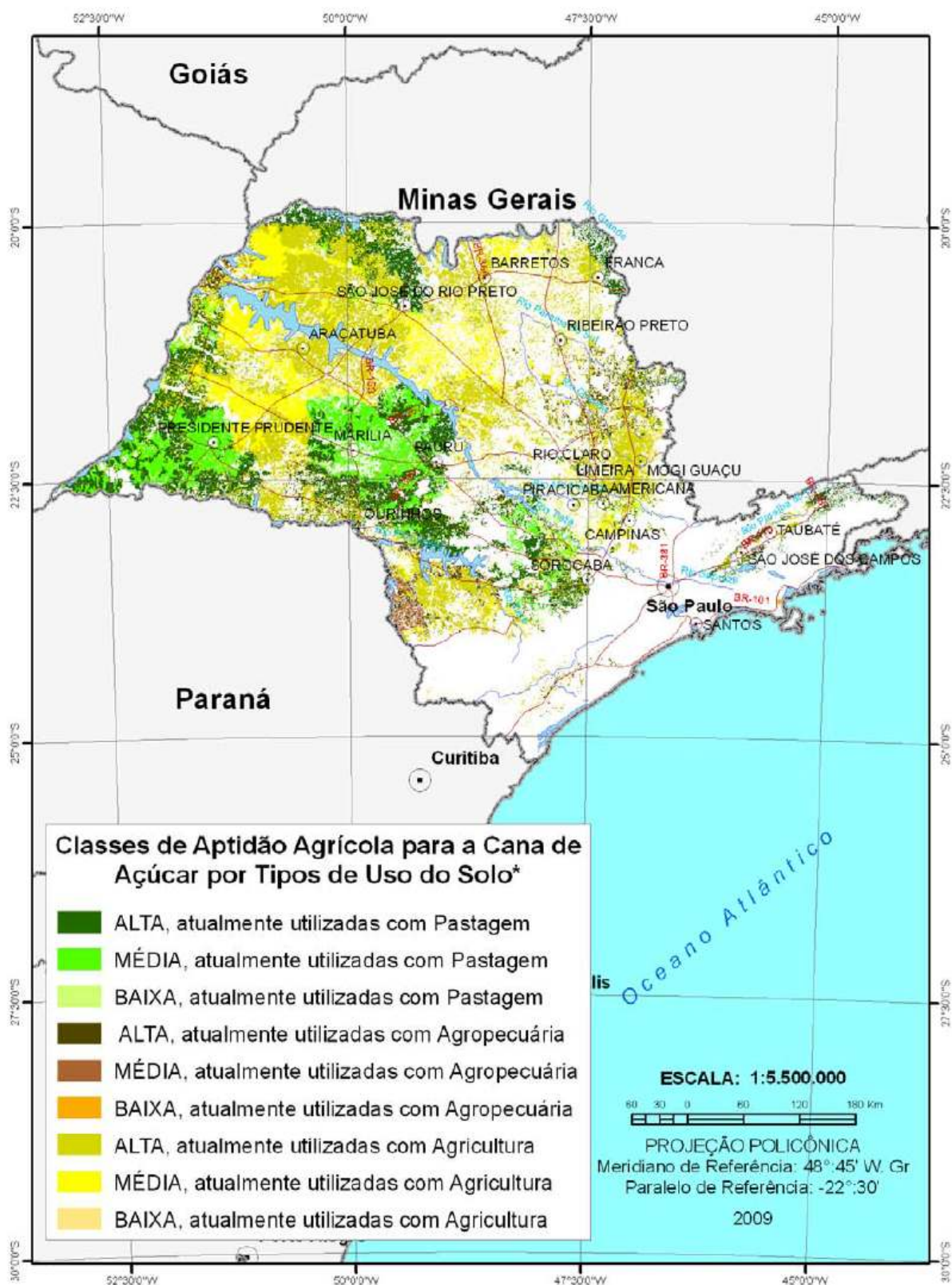


Figura 12 - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Estado de São Paulo

Fonte - Embrapa, 2009

Justamente quando se volta atenção para a área de estudo da tese, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, consegue-se constatar o rápido avanço da cultura da cana-de-açúcar. As imagens de satélite, com dados de 2005 a 2012, confirmam uma acelerada expansão, pois numericamente falando em 2005 a bacia utilizou 675.484 ha para a produção, enquanto que em 2012 a área destinada a produção chegou a 1.276.387 ha, um aumento de 53% de área, o que demonstra o grande interesse econômico por essa região para a produção de cana-de-açúcar. Estão demonstradas na tabela 01 e nas figuras 13 e 14, o efeito dessa expansão.

TABELA 01 - Área de produção de cana-de-açúcar da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (BHP) - 2005 a 2012

Anos / Área	Vertente Paulista (ha)	Vertente Paranaense (ha)	Total da BHP
2005	461.586	213.898	675.484
2006	499.913	245.603	745.516
2007	624.288	299.284	923.572
2008	734.199	356.291	1.090.490
2009	822.309	377.573	1.199.882
2010	945.931	380.515	1.326.446
2011	867.798	375.748	1.243.546
2012	895.780	380.607	1.276.387

Fonte - Canasat, 2015

Ao preservar uma figura próxima da outra o contraste fica evidente. A cultura da cana tem rapidamente dominado grandes porções de terra, principalmente no Estado de São Paulo. Além disso, a chegada da chamada agricultura de precisão já é muito empregada nas usinas, o uso cada vez mais intensificado de máquinas modernas, implementos agrícolas de última geração e do uso das biotecnologias, engenharia genética, demonstram porque a cultura da cana-de-açúcar evoluiu tanto.

Dessa forma, os grupos usineiros e as agroindústrias tem importante papel na nova reordenação do território transformando a produção, concentrando a terra nas mãos de empresas agropecuárias associadas à indústria e ao comércio nacional e multinacional de açúcar e etanol.

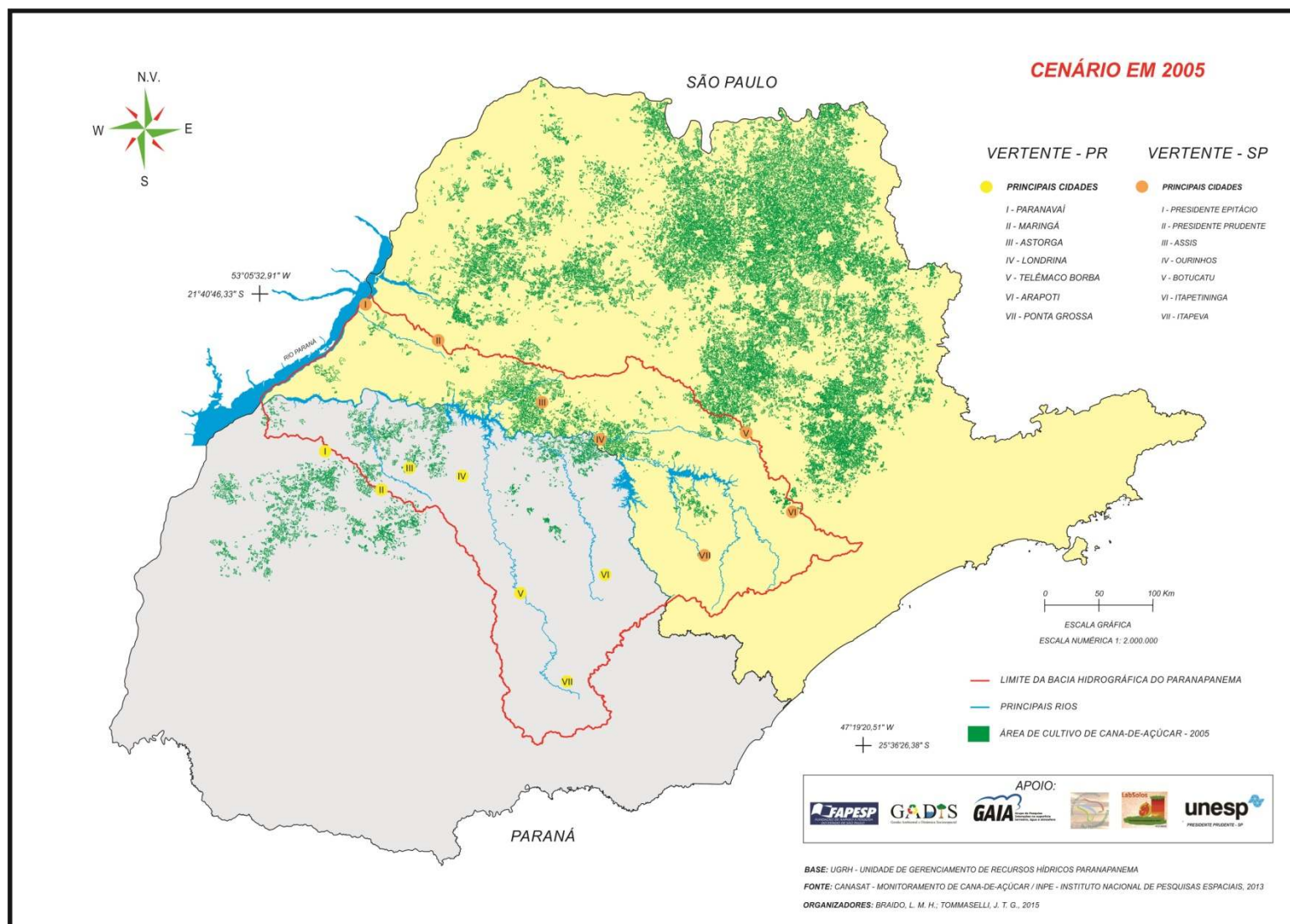


Figura 13 - Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para os Estados do Paraná, São Paulo e para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP em 2005

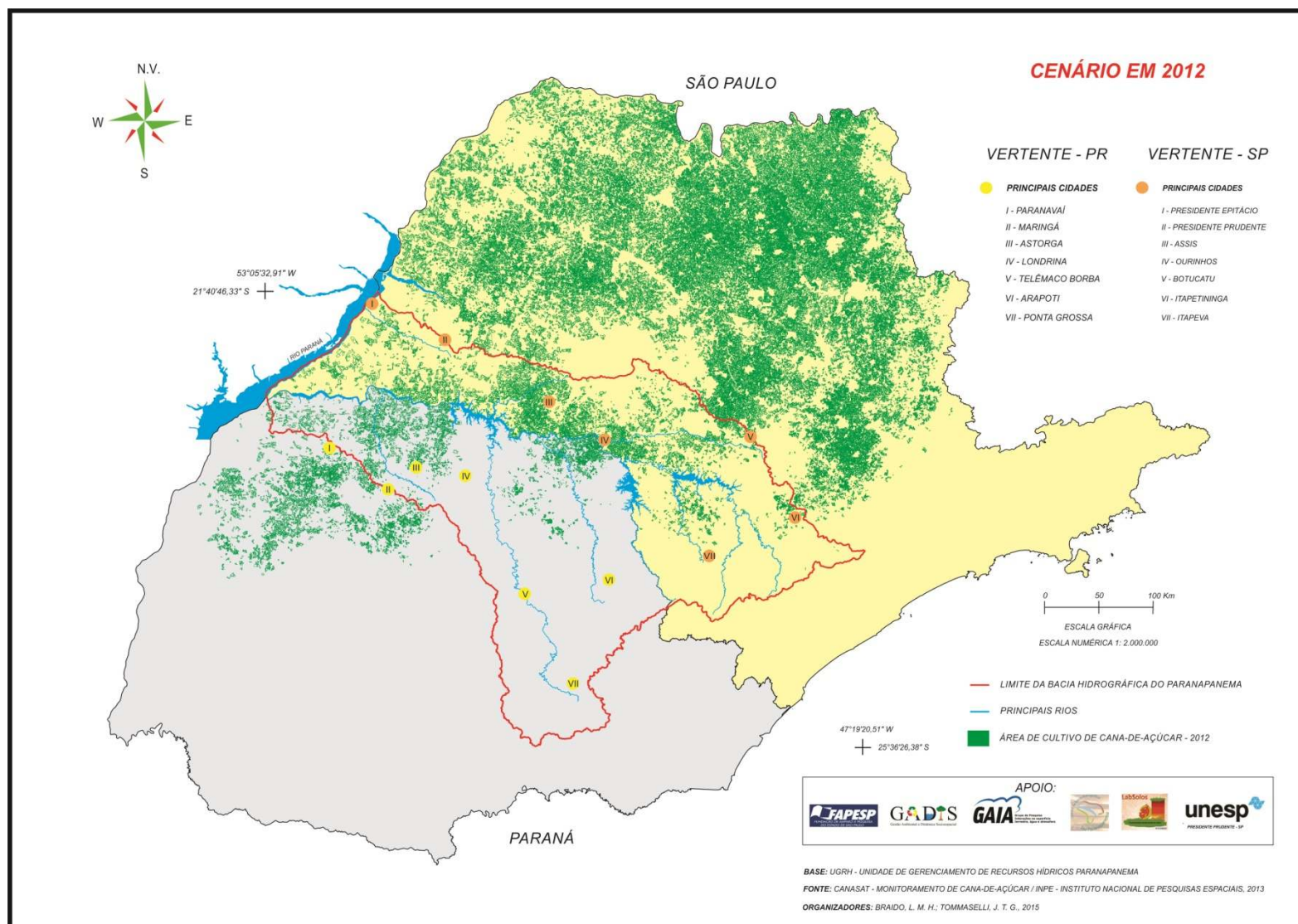


Figura 14 - Expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para os Estados do Paraná, São Paulo e para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP em 2012

De acordo com Brasil (2015) o estado de São Paulo possui uma área de produção de cana-de-açúcar muito superior a dos outros Estados, figura 15.

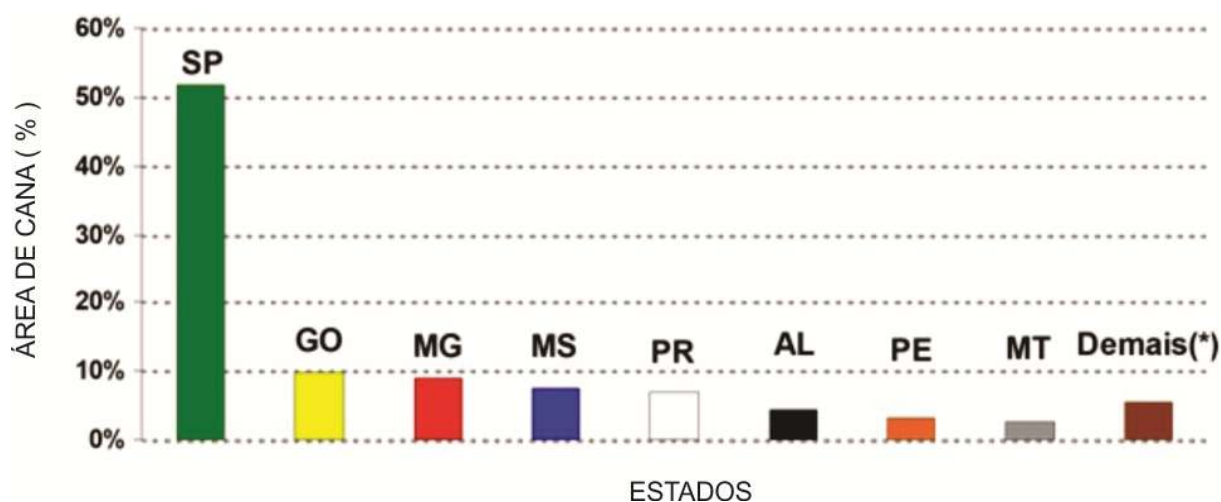


Figura 15 - Percentual de área de cana-de-açúcar nos principais Estados produtores

Fonte - Brasil, 2015

O fato de ser o Estado de São Paulo o maior produtor de cana-de-açúcar também torna o Estado como o maior palco de atuação das principais usinas. Onde tem cana, tem uma usina, que com seu raio de atuação consegue alcançar 30, 60, 100 ou mais Km de áreas cultiváveis para o plantio e colheita de acordo com a capacidade industrial ou de moagem.

Provavelmente, São Paulo, ainda será nos próximos anos, o Estado com maior percentagem de expansão de área de cultivo da cana-de-açúcar por outro motivo, o número de usinas, visto que demanda tempo a implantação do parque industrial e das plantações em outros locais. Deve-se levar em consideração também que as usinas já estabelecidas, planejam a cada ano incorporar novas áreas para o cultivo da próxima safra.

Na figura 16, estão localizadas as usinas no Brasil e também o planejamento futuro do setor, ou as novas unidades projetadas para os próximos anos. Visivelmente percebe-se a concentração de usinas nos Estados de São Paulo e Paraná, mas o que também chama atenção é a quantidade de novas unidades ainda planejadas para esses Estados, o que ainda indica a disponibilidade de terras para a expansão da cultura.



Figura 16 - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar - Localização das destilarias / usinas em operação e projetadas no Brasil

Fonte - Embrapa, 2009

De acordo com a figura 17, e como já era esperado, a localização dos canaviais seguem a lógica da localização das usinas.

Encontram-se na bacia hidrográfica do rio Paranapanema 42 usinas. Pertencem ao lado paranaense 17 e no lado paulista estão 25. Destacam-se os grupos Alto Alegre e Santa Terezinha com três unidades cada uma na porção paranaense da bacia.

Regiões das principais cidades paranaenses avistadas no mapa, tais como Astorga, Londrina, Maringá e Paranavaí certamente sentem a influência econômica da cultura da cana-de-açúcar. As usinas empregam um grande número de pessoas, gerando maiores divisas para os municípios.

Do lado paulista também encontram-se importantes grupos como a Raízen com 4 unidades, bem como a Odebrecht e Zílor com 2 unidades cada uma. Destaca-se ainda, a intensidade de ocorrência da cultura de cana-de-açúcar. Municípios tais como Assis e Ourinhos tem uma grande quantidade de usinas no seu entorno, de modo que a paisagem predominante das áreas rurais desses municípios é dominada por canaviais. De fato, "a sensação é que o Estado de São Paulo está se tornando em uma mar de cana".

As usinas utilizam de muita tecnologia no manejo de suas áreas. Uma delas é mapeamento de precisão. A utilização de equipamentos GPS com erros mínimos de poucos centímetros, permite ter o controle das atividades técnicas durante o ciclo produtivo. Por exemplo, em uma propriedade dividida em talhões, é possível identificar o tamanho da área, os tipos de solos encontrados, a variedade de cana-de-açúcar plantada, a idade do canavial, a maturação da plantação e a distância que essas áreas se encontram da unidade processadora.

O acompanhamento do ciclo vegetativo, a estratégia logística e o planejamento futuro, também são importantes. Épocas de aplicação de produtos químicos, controle de pragas e de ervas daninhas, são exemplos do comentado.

As tecnologias de preparo do solo, plantio e colheita, por exemplo, são fortemente influenciados pela taxa (%) de inclinação da vertente ou declividade. Ela é importante porque pode determinar quais atividades serão desenvolvidas. No caso das plantações agrícolas a declividade permite saber se uma área terá colheita mecanizada ou manual. Para a cultura da cana, ela também interfere no transporte do produto até a unidade processadora, pois os caminhões canavieiros tem dificuldades para rodar em declividades superiores a 7%.

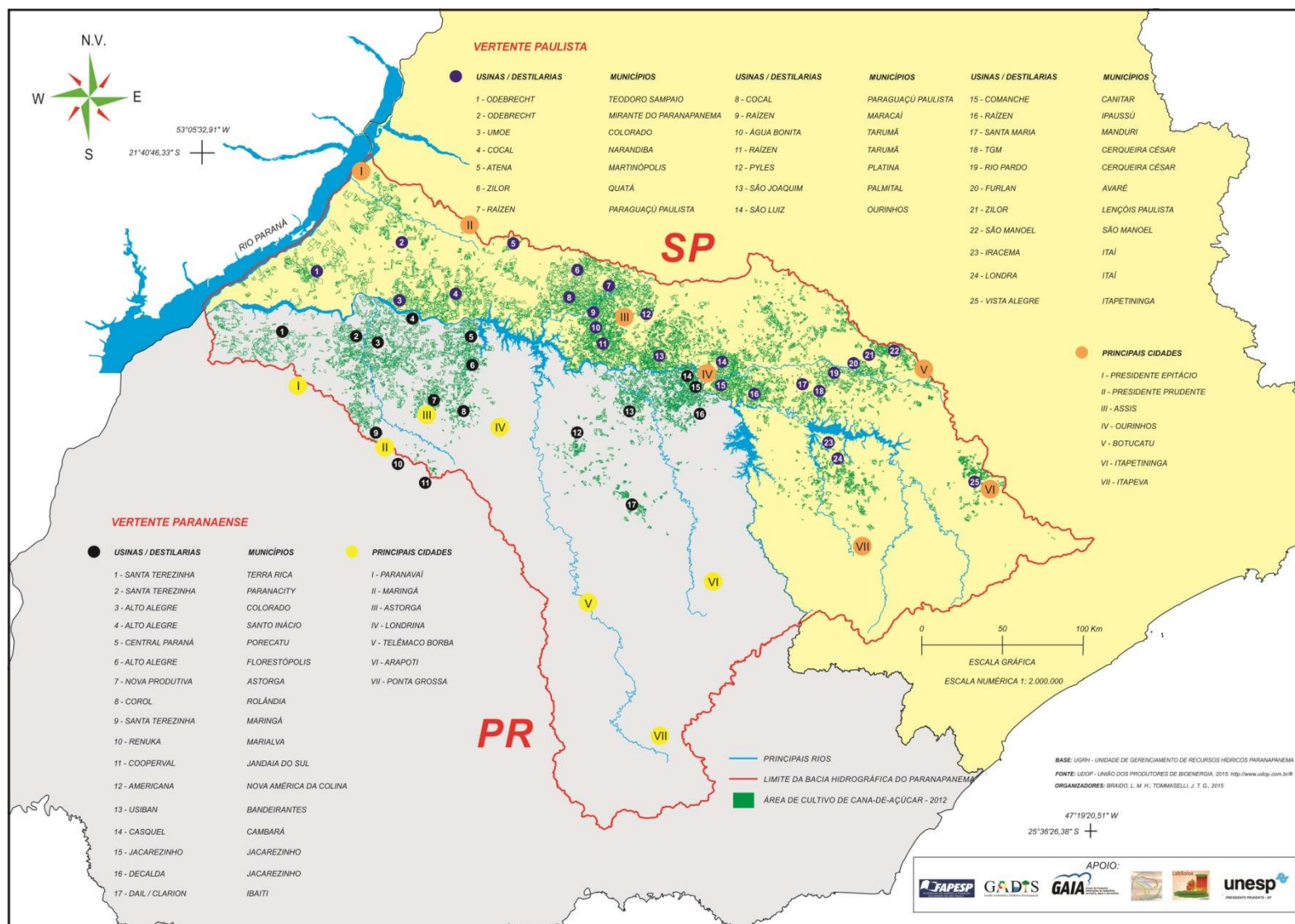


Figura 17 - Atual localização das destilarias / usinas (2015) e área para o cultivo da cana-de-açúcar em 2012 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

Voltando a atenção as unidades hidrográficas do lado paranaense e as unidades de gestão de recursos hídricos do lado paulista, numa análise mais detalhada, as porções com maiores quantidades de área para a produção da cana-de-açúcar, elencados do maior para o menor, de 2005 em diante, são: 1° Médio Paranapanema (SP) , 2° Piraponema (PR), 3° Pontal do Paranapanema (SP), 4° Norte Pioneiro (PR), 5° Alto Paranapanema (SP) e 6° Tibagi (PR). O resultado numérico da quantidade de área de produção se encontra na tabela 02 e as unidades hidrográficas e de gestão de recursos hídricos, adotadas como recorte espacial da tese, junto com seus municípios, muitos deles conhecidos como centros portadores de grandes usinas, encontram-se nas figuras 18 a 23.

TABELA 02 - Área de produção (ha) de cana-de-açúcar da vertente paulista e paranaense da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (BHP) - 2005 a 2012.

Vertente Paulista	Médio Paranapanema	Pontal do Paranapanema	Alto Paranapanema
2005	350.194	67.580	43.812
2006	373.660	80.472	45.781
2007	447.279	113.746	63.263
2008	503.723	158.851	71.625
2009	541.567	198.928	81.814
2010	543.566	320.477	81.888
2011	550.773	234.664	82.361
2012	561.189	252.773	81.888
Vertente Paranaense	Piraponema	Norte Pioneiro	Tibagi
2005	142.671	51.826	19.401
2006	166.111	58.541	20.951
2007	200.352	75.407	23.525
2008	242.283	88.440	25.568
2009	262.637	88.462	26.474
2010	268.624	85.462	26.429
2011	269.981	79.484	26.283
2012	278.820	75.987	25.800

Fonte - Canasat, 2015

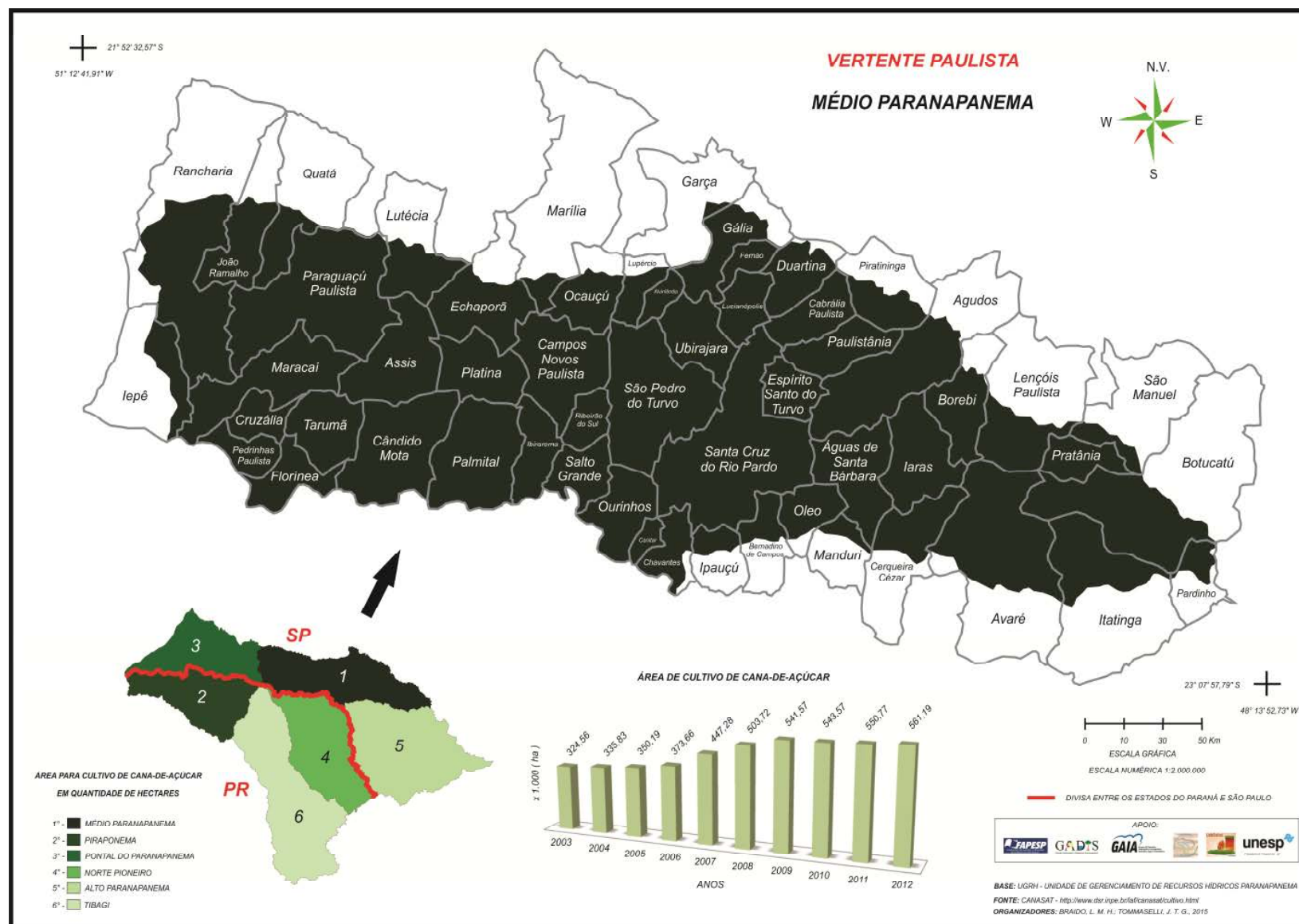


Figura 18 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Médio Paranapanema - SP

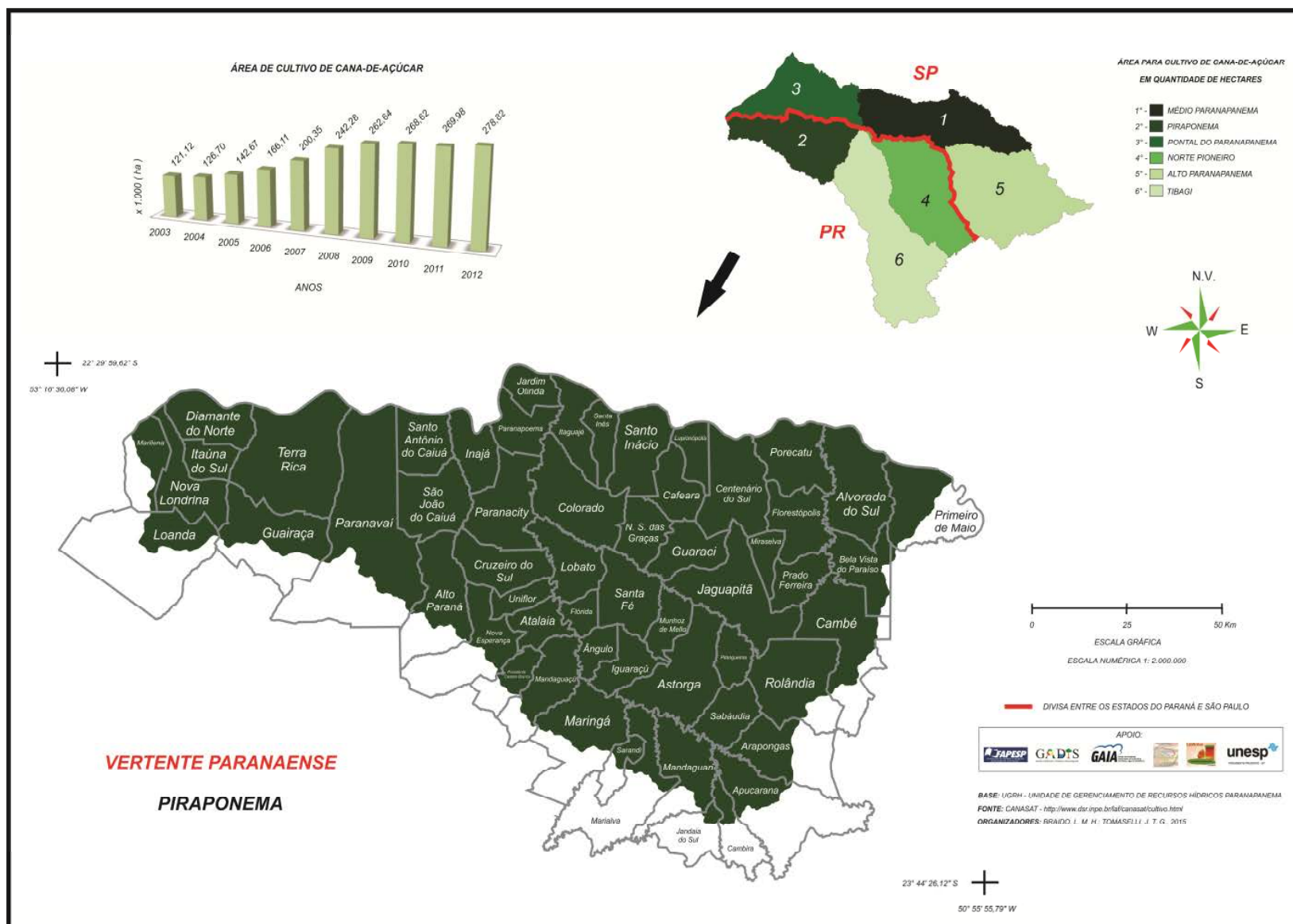


Figura 19 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Piraponema - PR

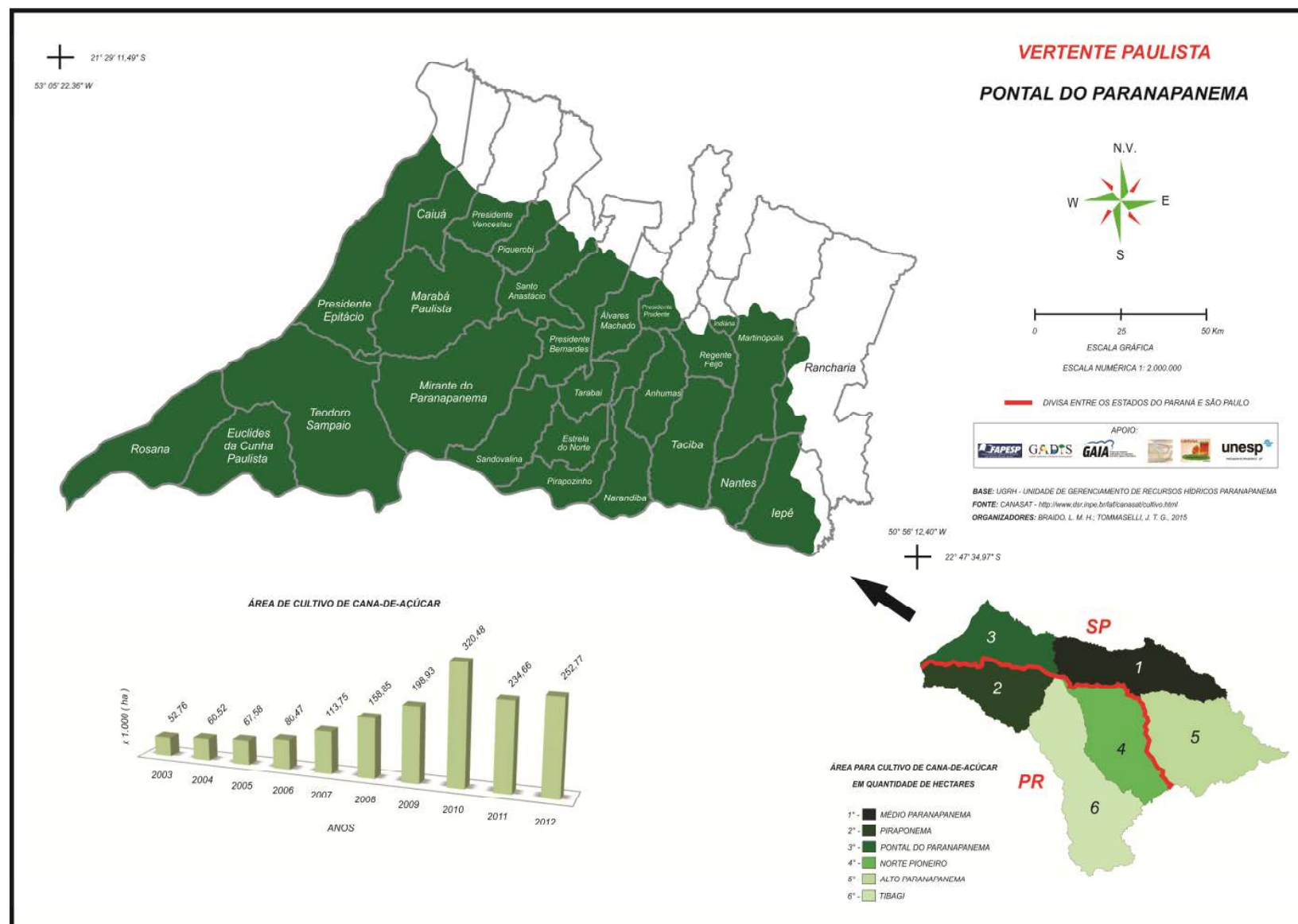


Figura 20 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Pontal do Paranapanema - SP

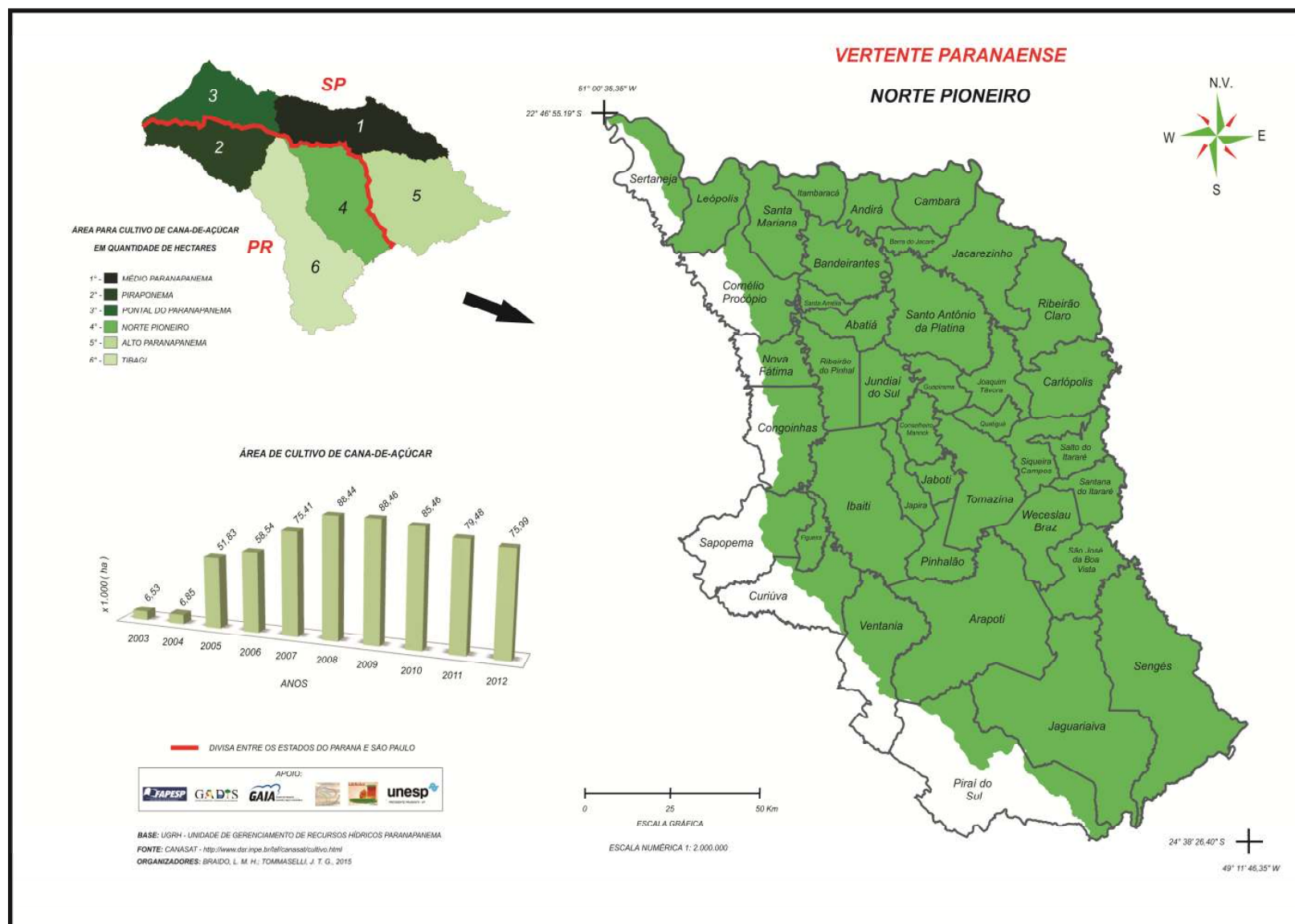


Figura 21 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Norte Pioneiro - PR

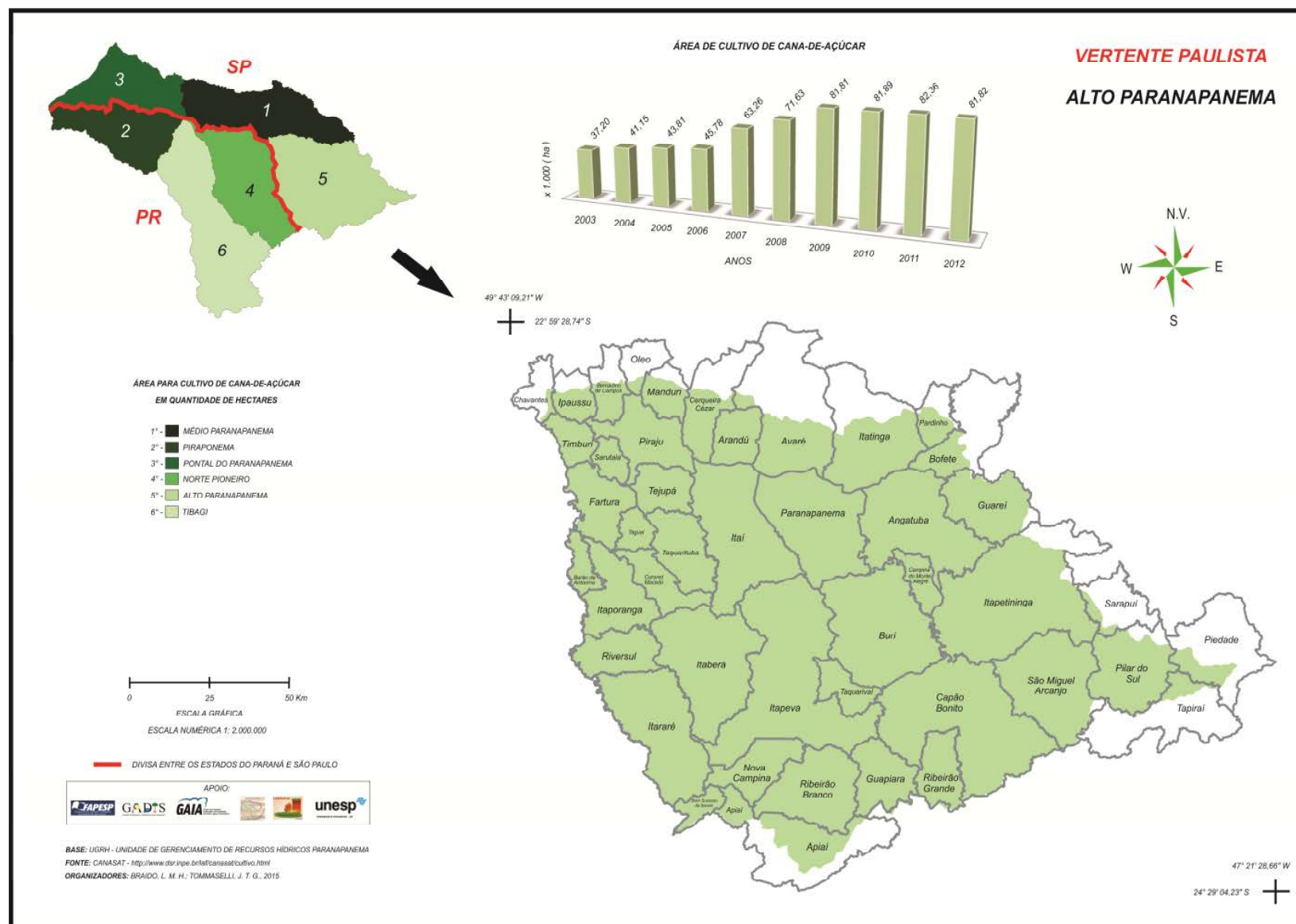


Figura 22 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Alto Paranapanema - SP

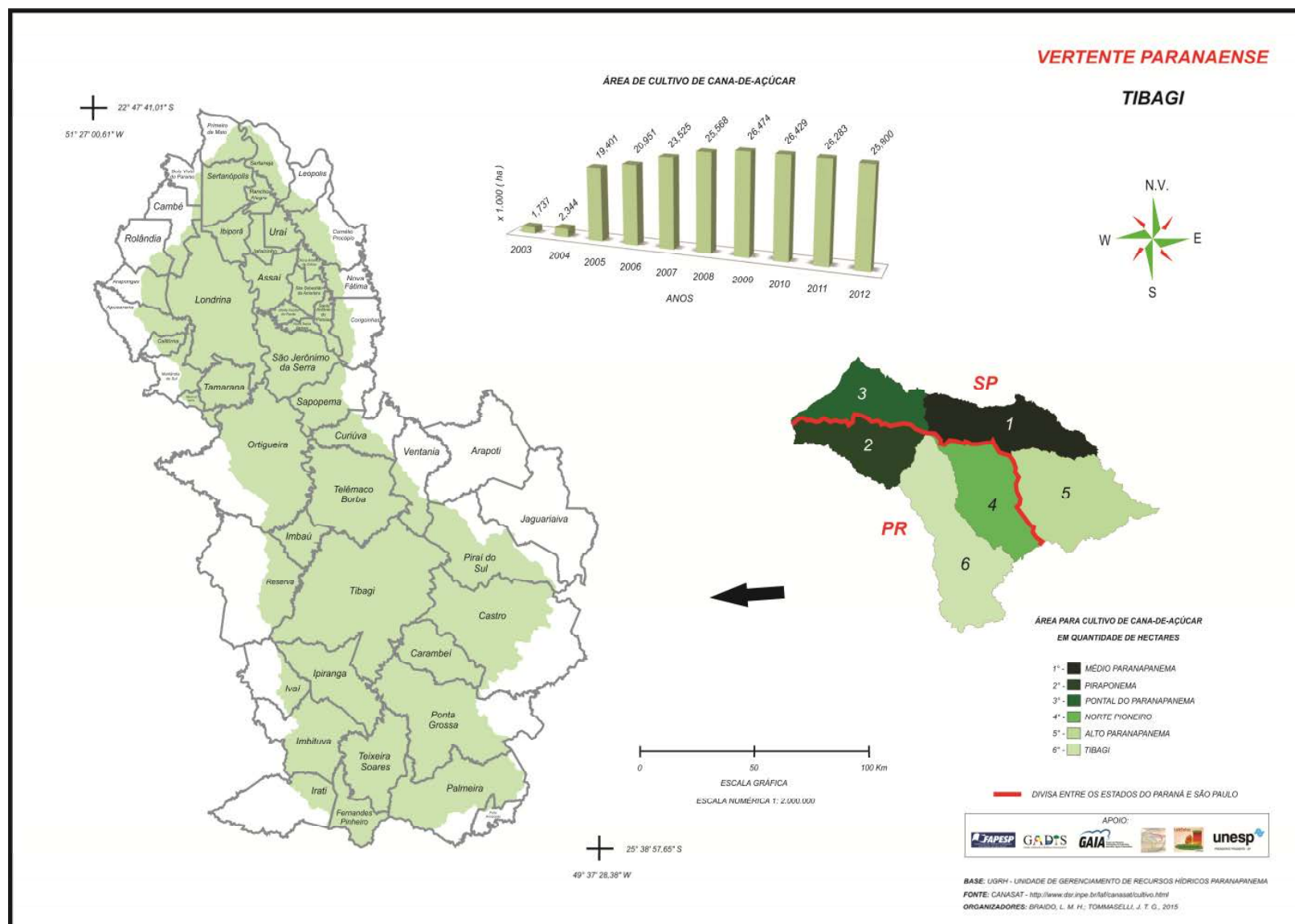


Figura 23 - Área explorada pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2003 a 2012 - Unidade de gestão Tibagi - PR

CAPÍTULO 3

***GEOCOMPLEXO: INTERAÇÃO DE
ELEMENTOS NATURAIS E SOCIAIS -
PRODUÇÃO E EXPANSÃO DA CANA-DE-
AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO PARANAPANEMA - PR / SP***

3 - GEOCOMPLEXO: INTERAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E SOCIAIS - PRODUÇÃO E EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA - PR / SP

"Pensar no global e agir no local". Com esta famosa frase, Ulrich Beck constituía seu embasamento teórico. De fato, a união de elementos da natureza resulta na formação de um todo com maior quantidade de pormenores, ou seja, com características mais complexas.

Para estudos sobre o meio ambiente, quanto maior a quantidade de elementos naturais considerados em uma pesquisa, mais complexas serão as análises, e sabe-se que a dinâmica dos processos ambientais influencia diretamente as atividades humanas. Dentre os fatores naturais que possuem esta capacidade de alteração do meio social, estão clima, os tipos de solos e as formas do relevo.

Para se frisar a relevância de todos os fatores relativos a produção agrícola, pode-se mencionar em primeiro plano o clima. Na ciência geográfica, quando trata-se das interações atmosféricas sob a superfície, como importante campo da ciência, encontram-se condições de realizar uma abordagem que a relaciona com a dinâmica da sociedade. As produções agrícolas, essencialmente se ligam a necessidade de precipitação pluviométrica.

No caso dos solos, recurso natural que influencia diretamente na produção de alimentos, Lepsch (2002) comenta que são importantes pois "sustentam campos, cerrados, florestas e recebem água das chuvas que depois emerge nas nascentes e nos mananciais".

O relevo, outro fator natural é fruto da atuação de duas forças: endógenas e exógenas. As forças endógenas são geradoras de grandes formas estruturais do relevo e as exógenas são responsáveis pelas formas esculturais (ROSS, 2003). São nessas formações de relevo que atua a sociedade nas mais diversas atividades, com influências positivas (ex: na conservação dos solos, na preservação ou recuperação da mata ciliar das encostas), ou negativas (ex: as erosões) de acordo com o manejo das vertentes ocupadas.

Mas, quando trata-se da união de elementos naturais, no decorrer da história foi sentida a influência da abordagem positivista, de modo que na base dos trabalhos científicos, as características uniformes da natureza, a teoria evolucionista,

os métodos descritivos, comparativos e as generalidades empíricas formavam o fundamento das pesquisas sobre paisagem (RODRIGUES, 2001).

Os pesquisadores apoiavam suas pesquisas fundamentalmente nas observações, registrando minuciosamente diversas variáveis, tais como, o conhecimento geológico, os solos, a vegetação e características climáticas. Entendiam a paisagem como um sistema. Tricart (1977) concebia sistema como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, gerando relações de dependência mútua entre eles.

Atualmente, ao analisar como questão a extensão da área estudada, não em uma escala tão localizada como mencionado por Bertrand (1971), mais sim, em uma extensão maior e ao utilizar a escala de análise geográfica, onde a interação com a ação antrópica é considerada como fundamental, o geocomplexo como conceito ajusta-se como boa ferramenta para que se realize o planejamento regional. Fazem parte do geocomplexo, os geohorizontes como estruturas espaciais verticais e as geofáceis, como estruturas espaciais horizontais. Os geohorizontes se caracterizam por termos ou limites de áreas, representada em mapas como envoltório, forma, volume, textura, cor. Também são representados por massas ou por energia. São estruturas sobrepostas com nítidas diferenças entre elementos superiores e inferiores. Na estrutura horizontal (geofáceis) é constituída um conjunto de geohorizontes. Essa estrutura é variável ao longo do tempo e espaço abrangidos, (RODRIGUES, 2001).

A interação dos elementos naturais podem ser transferidos a estudos que consideram áreas e suas estruturas verticais e espaciais, de maneira que os processos desenvolvidos sobre as vertentes são compreendidos em sua totalidade. Esse modo de analisar o ambiente também favorece o planejamento das ações a serem desenvolvidas sobre o território.

O planejamento é importante como ferramenta para o desenvolvimento humano e, atualmente, deve ser encarado como um fator de economia. Esse desenvolvimento pode ser concebido basicamente como um processo de mudança estrutural, global e contínua de liberação individual e social que tem como objetivo satisfazer as necessidades humanas, iniciando pelas básicas e aumentar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Quando se trata de planejamento voltado para o desenvolvimento de regiões, Cabo (1997) explica que o planejamento regional tem como ponto de

partida a disponibilidade de recursos da região, as possibilidades produtivas, o estado da técnica e a estrutura institucional do sistema e as possibilidades sociais, eleições individuais, decisões governamentais e distribuição espacial. Fazem parte dos princípios do planejamento: o uso racional das potenciais condições e recursos naturais, a proteção dos elementos e complexos naturais, assim como a implementação ou regulação ativa dos processos naturais, o estabelecimento de programas ou normas para o uso racional de cada parte da natureza, sobre a base da determinação de cada uso, a subordinação do planejamento a estrutura físico-geográfico, condições sociais, fatores econômicos, políticos e históricos da área e a finalidade deve ser a elaboração do plano da estrutura racional do uso do território com possibilidade da participação das populações afetadas mediante discussão pública.

São utilizados a partir de agora, elementos naturais importantes na consideração ambiental de trajetos estabelecidos na bacia hidrográfica do rio Paranapanema. O entendimento sobre o tipo de rocha, relevo, de solos e a distribuição das chuvas e temperatura foram fundamentais para se chegar aos resultados apresentados mais adiante na análise sequencial de trajetos. No entanto, é necessário também uma consideração específica sobre cada um desses elementos, para uma compreensão totalitária da questão ambiental, além de ser base no entendimento do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar na região.

3.1 - GEOLOGIA

Sobre alguns aspectos naturais, geologicamente, a área de estudo é composta por um conjunto diversificado de rochas, variando litologicamente de sedimentos recentes, às sequências do Pré-Cambriano.

Dentre a complexidade litológica existente na bacia, destacam-se as Formações do Escudo Cristalino, os derrames basálticos da Formação Serra Geral e as rochas sedimentares nos planaltos do interior da Bacia Sedimentar do Paraná (BRASIL, 2010).

Pode-se destacar o Grupo Itararé e a Formação Vale do Rio do Peixe, com 17,65% e 12,18% respectivamente da área da UGRH Paranapanema. Além da Formação Vale do Rio do Peixe, destacam-se as Formações Presidente Prudente e Marília, integrantes do Grupo Bauru e a Formação Rio Paraná e Santo Anastácio,

integrantes do Grupo Caiuá. O Grupo Itararé é constituído por um conjunto heterogêneo de rochas sedimentares incluindo arenitos, folhelhos, siltitos, argilitos, diamictitos, tilitos e ocasionalmente níveis de carvão (BRASIL, 2010).

Ainda citando a mesma fonte, a Formação Botucatu é constituída de arenitos eólicos róseo-avermelhados, com típica estratificação cruzada tabular de grande porte, apresenta granulação média e fina, com boa seleção e grãos bem arredondados. Frequentemente apresentam-se silicificados. Eventuais depósitos podem ser encontrados entre derrames basálticos da Formação Serra Geral, e neste caso, portanto, são denominados de inter-trapps.

A Formação Serra Geral compreende a sequência de derrames basálticos com intercalações de lentes e camadas arenosas que capeiam as formações Gondwânicas da Bacia do Paraná. A formação consiste em rochas efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos cinzentos a pretos, raramente andesíticos, provenientes de derrames de intenso vulcanismo de fissura continental de idade Juro-Cretácica, iniciados quando ainda perduravam as condições desérticas de sedimentação da Formação Botucatu. Os Grupos Bauru e Caiuá, são constituídos de arenitos finos a médios, avermelhados, róseos e arroxeados, friáveis, grãos arredondados, com abundante estratificação cruzada do tipo tangencial, Figura 24 (BRASIL, 2010).

Dentre os trajetos estabelecidos, destacam-se o trajeto Astorga - PR / Ourinhos - SP / Itapetininga - SP, alocada quase que totalmente sobre a Formação Serra Geral, que dá origem a tipos de relevo e solos muito utilizados para fins agrícolas.

Em áreas mais ao sul da bacia, a sequência de estruturas geológicas é maior, por isso, ao percorrer os trajetos tais como Itapetininga - SP / Irati - PR e Irati - PR / Astorga - PR, nota-se, como principal característica, a mudança dos valores de temperatura e altitude.

No restante da bacia, é apresentado um padrão mais uniforme de formações rochosas (Vale Rio do Peixe e Rio Paraná), como é notado nos trajetos Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP e Presidente Prudente / Astorga - PR, que deram origem a áreas favoráveis (do ponto de vista do relevo), ao uso agrícola.

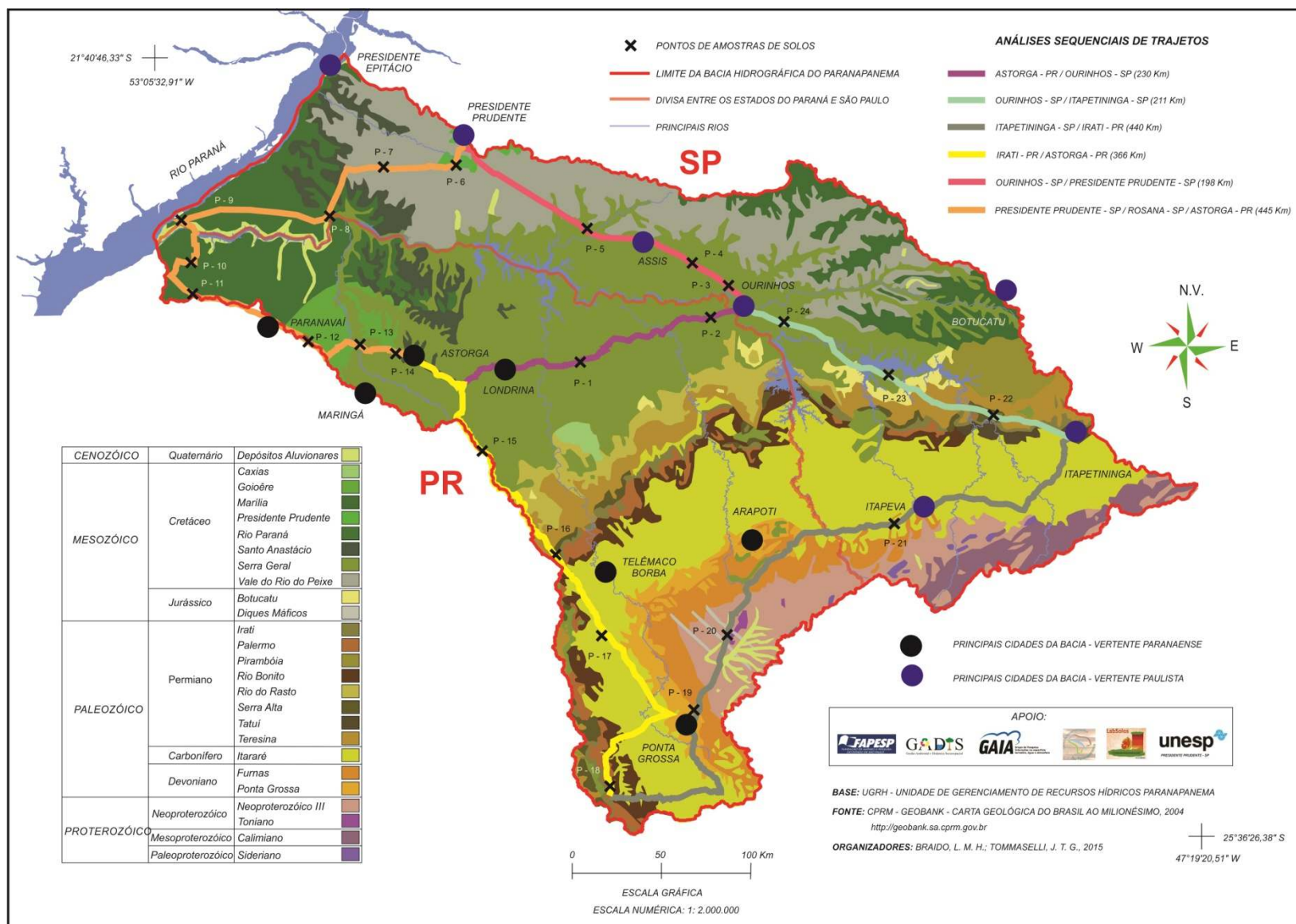


Figura 24 - Mapa geológico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

3.2 - GEOMORFOLOGIA E HIPSOMETRIA

Quanto ao relevo da UGRHI – Paranapanema, de acordo com Ross e Moroz (1996) e Santos *et. al.* (2006), existem três unidades morfoestruturais: 1 – Cinturão Orogênico do Atlântico, 2 – Bacia Sedimentar do Paraná e 3 – Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas. Os relevos mais expressivos se encontram nas nascentes do rio Paranapanema, caracterizada por uma topografia movimentada e dissecada. Mais para o interior da bacia, estão superfícies com características mais homogêneas (BRASIL, 2010).

Grande parte da UGRH Paranapanema está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, englobando áreas geomorfológicas da Depressão Periférica, Planaltos Residuais de Marília e de Botucatu e do Planalto Ocidental Paulista (na margem paulista, e, na margem paranaense), o Segundo e Terceiro Planaltos Paranaense.

O relevo no interior da bacia sedimentar do Paraná, após o reverso das cuestas e escarpas areníticos-basálticas e no rebordo dos planaltos residuais, caracteriza-se por superfícies mais homogêneas, sobretudo, nas áreas dos arenitos do Grupo Bauru (AB'SABER, 1969).

Na calha dos rios principais da bacia ocorre o desenvolvimento de planícies fluviais, constituídos de sedimentos fluviais (arenosos e argilosos) inconsolidados e sazonalmente inundados. No rio Paranapanema destaca-se trechos não inundados pelos reservatórios das usinas hidrelétricas, como as áreas aluviais à jusante da unidade hidrelétrica encontrada em Rosana.

As maiores expressões geomorfológicas da vertente paranaense são os Planaltos de Ponta Grossa e de Londrina, com aproximadamente 12.960 e 9.000 km², respectivamente e na vertente paulista são o Planalto Ocidental Paulista e os Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, com áreas aproximadas de 15.570 e 11.000 km², respectivamente (SANTOS, *et. al.* 2006).

De acordo com a mesma fonte, no decorrer do percurso estabelecido, de Astorga - PR / Ourinhos - SP / Itapetininga - SP, encontramos a sub-unidade morfoescultural do Planalto de Maringá, caracterizado pela dissecação baixa, com topos alongados e aplainados, com vertentes convexas, com vales em forma de V e com altitudes entre 260 a 800 m. Nesse mesmo trajeto está a sub-unidade morfoescultural do Planalto de Londrina, caracterizada pela média dissecação, com

topos alongados e vertentes convexas, vales em formato de V e altitudes que variam de 340 a 1.180 m.

Destaca-se no trajeto entre Itapetininga - SP / Irati - PR as sub-unidades da depressão do Rio Paranapanema com um alto valor de dissecação. Do lado paranaense, o Planalto de Jaguariaíva, também alocada nesse caminho, possui alta dissecação, com topos alongados, com vertentes convexas, vales em formato de V e altitudes entre 620 a 1.280 m. Ao adentrar o Planalto de Castro, se nota a dissecação média, com topos alongados e aplainados, com vertentes convexo-côncavas e vales do tipo aberto com fundo chato, além das maiores altitudes da área de estudo em torno de 920 a 1.320 m. Por fim, encontra-se no Planalto de Ponta Grossa uma dissecação média, topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas, com vales em formato de U e altitudes entre 480 e 1.080 m.

Entre Irati - PR / Astorga - PR passou-se também pelo Planalto de Ponta Grossa, e ainda pelo Planalto de Ortigueira, caracterizado pela alta dissecação, com topos alongados, vertentes retilíneas, com vales em formato de V e altitudes entre 420 a 1.140 m.

No trajeto entre Ourinhos - SP / Presidente Prudente, área com um dos maiores índices de produção de cana-de-açúcar na bacia, destacam-se o Planalto Centro Ocidental de Topos tabulares, bem como o Planalto do Médio Paranapanema e o Planalto Ocidental de Topos Convexos, como áreas que propiciam o desenvolvimento, sobretudo da mecanização da cultura da cana.

Há ainda, no trajeto entre Presidente Prudente - SP / Astorga - PR, a ocorrência do Planalto de Paranaíba, com dissecação baixa, topos aplainados, vertentes convexas e vales com formato de V aberto, além de altitudes entre 240 a 580 m.

As menores altitudes estão próximo as cidade de Ourinhos, Assis e Presidente Prudente, pelo lado paulista, região com relevo suavemente ondulado, propício para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar e Paranaíba, Maringá e Astorga, pelo lado paranaense, região também favorável para o plantio e colheita de cana. No caso das maiores altitudes, estas estão sobretudo do lado paranaense, próximo dos municípios de Telêmaco Borba, Ponta Grossa e Arapoti. De modo geral, a variação das altitudes encontradas na bacia hidrográfica do rio Paranapanema variam de 250 a 1350 metros, figuras 25 e 26 (BRASIL, 2010).

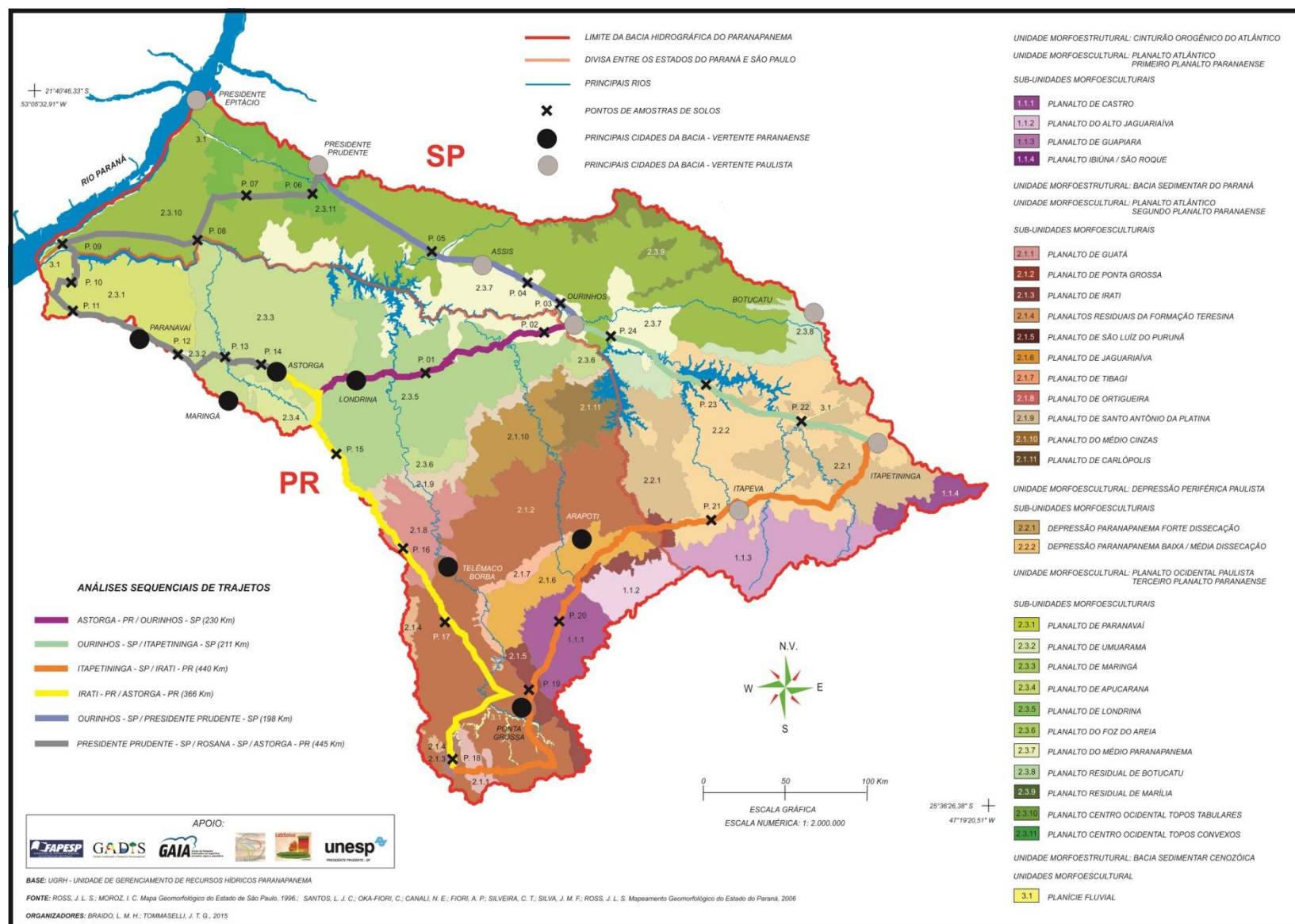


Figura 25 - Mapa geomorfológico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

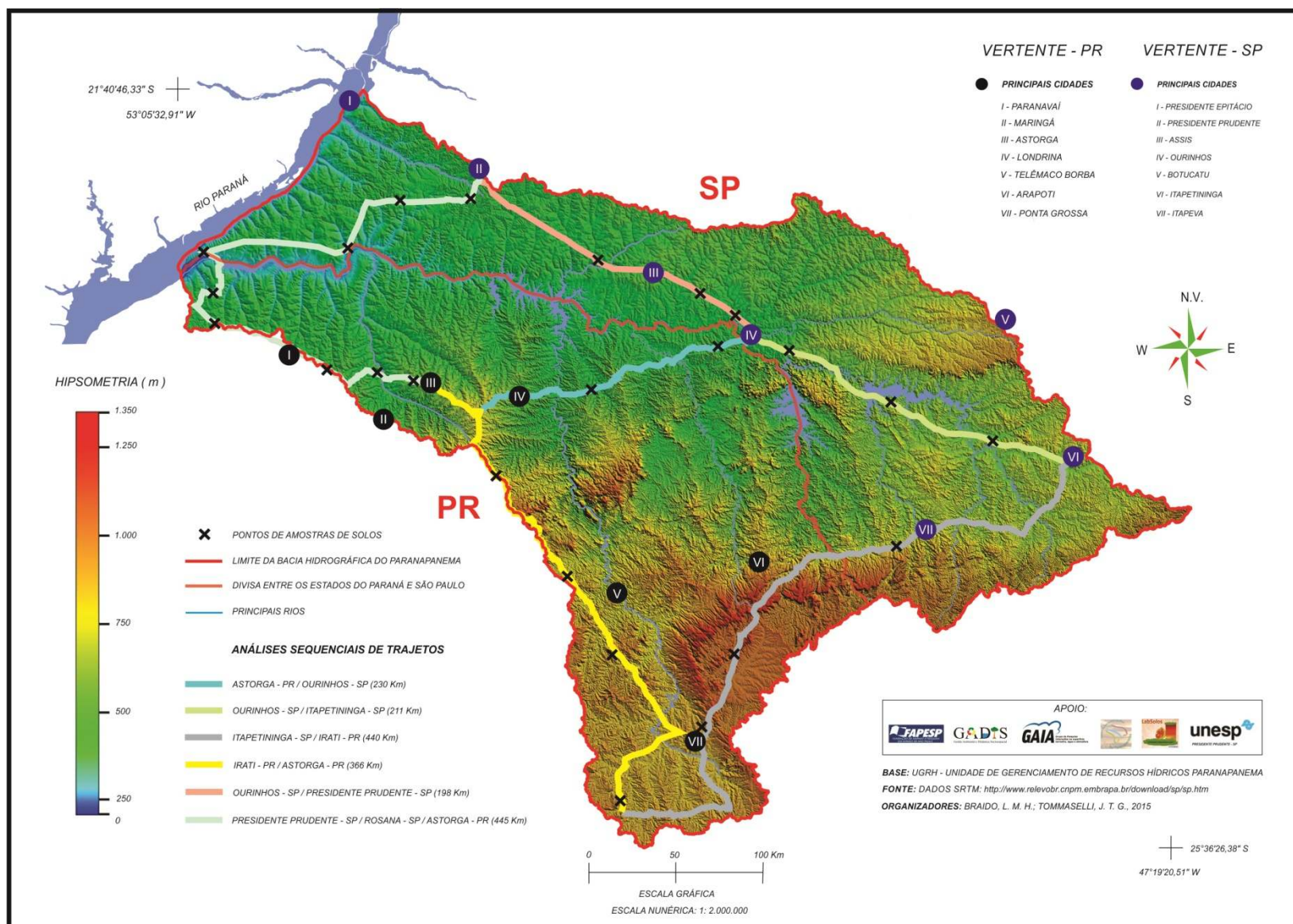


Figura 26 - Mapa hipsométrico, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

3.3 - TIPOS DE SOLOS

Sobre os solos da bacia hidrográfica estudada, predominam os Latossolos Vermelhos com 42,70 % e os Argissolos Vermelho-Amarelos com 13,90 % da área total. Mas conforme o Mapa de Solos do IBGE (2001), na escala 1: 5.000.000, ainda se encontram na região o Argissolo Vermelho, o Cambissolo Háplico, Cambissolo Húmico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico, Nitossolo Vermelho e Organossolo Mésico.

Os Argissolos, segundo Embrapa (2006) são constituídos por material mineral, com presença do horizonte B textural (Bt) de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico.

O horizonte Bt desses solos é encontrado abaixo da camada superficial. Oliveira (1999) menciona que depois dos Latossolos essa é a classe de maior abrangência no Estado de São Paulo, sendo também de grande expressão no Estado do Paraná. São solos que possuem boa profundidade, atingindo em muitos casos mais de 200 cm, o que é satisfatório em relação ao uso agrícola, como no caso da produção de cana-de-açúcar, porque não oferece muita resistência a penetração do sistema radicular das plantas.

São encontrados na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, dentro desse 1º nível categórico, 2 tipos do 2º nível, os Argissolos Vermelhos (PV) e os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA). As principais diferenças entre as duas classes está na relação textural entre os horizontes A ou E e o horizonte B textural. Em comparação, se houver igualdade de condições de relevo, de cobertura vegetal e manejo, os solos do tipo PVA são mais suscetíveis à erosão, o que se torna mais intenso ainda nos solos que apresentam mudança textural abrupta. Sobre essa característica, o mesmo autor ainda comenta que é comum em solos com mudança textural abrupta apresentarem entre a base do horizonte E o topo do horizonte Bt uma zona de má aeração, que no período chuvoso apresenta significativa menor condutividade hidráulica no topo do horizonte Bt (OLIVEIRA, 1999).

De acordo com Larach *et. al.* (1984) a textura dos Argissolos pode variar desde arenosa/média até média/muito argilosa. O horizonte A, para as variedades de textura arenosa, apresenta estrutura fraca em forma de grãos simples com aspecto de maciça porosa, consistência solta, tanto para os solos secos, como úmidos e não plásticos e não pegajosos quando molhados. À medida que se

consideram variedades com maiores teores de argila, a estrutura torna-se mais desenvolvida, chegando a moderada pequena a média granular, com consistência ligeiramente dura, friável, plástico e pegajoso.

O grupo dos Latossolos (1º nível categórico) são os solos que de acordo com Embrapa (2006) estão em estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, resultado de fortes transformações no seu material de origem. São típicos de regiões equatoriais e subtropicais, distribuídos, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos, com relevo plano ou suave ondulado. Segundo Oliveira (1999) são os solos de maior extensão do Estado de São Paulo. Esses solos possuem boas propriedades físicas e estão situados, na maioria dos casos, em condições de relevo que apresentam boas perspectivas ao uso de máquinas agrícolas. São também solos friáveis, o que facilita no seu preparo para o plantio, possuem boa porosidade e boa drenagem interna. Estas características qualificam esse tipo de solo entre os mais adequados a agricultura no Estado de São Paulo e Paraná.

Como limitação, algumas de suas sub-classes possuem baixa disponibilidade de nutrientes, nesses casos é necessário um bom manejo para que se tornem produtivos e conservados quanto a erosão. Segundo Lombardi Neto e Bertoni (1975) esses solos apresentam boa tolerância à perda por erosão. Esse fato juntamente com a boa permeabilidade interna, boa capacidade de infiltração e um relevo sem declividades muito acentuadas levaram Oliveira e Van Den Berg (1985) a considerá-los, quando a textura é argilosa, como solos com baixa erodibilidade. Os de textura arenosa são mais suscetíveis à erosão, o que é geralmente amenizado quando o relevo é aplainado ou suavemente ondulado.

Sobre suas características, Larach *et. al.* (1984) mostra que os Latossolos são geralmente profundos, sendo em alguns casos superior aos 300 cm, com sequência de horizontes A, Bw e C, com alta taxa de porosidade e permeabilidade, sendo bem drenados quando de textura argilosa e acentuadamente drenados quando de textura média. São também em grande parte dos casos álicos e distróficos, isso significa dizer que são solos ácidos.

Nos Latossolos de textura argilosa são encontradas características granulares fracas a moderadamente desenvolvidas e tamanhos que variam de pequeno a médio. A consistência varia de ligeiramente duro a duro quando seco, ligeiramente plástico a plástico e de ligeiramente pegajoso a pegajoso quando

molhado. São características marcantes destes solos, os baixos teores de silte, a baixa relação silte / argila e a absoluta ou virtual ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis, que constituem fonte ou reserva potencial de nutrientes para as plantas. Podem apresentar resistência natural a erosão quando elevado o grau de flocculação da argila e da constituição deste o que se torna mais evidente ainda com o tipo de manejo correto (LARACH, *et. al.* 1984).

Estes solos ocorrem preponderantemente em áreas de relevo suavemente ondulado e praticamente plano, com declives que variam entre 1 e 8 %, sendo que quando ocorrem em áreas de relevo ondulado, as declividades podem chegar a 20 %. A altitude em que são encontrados varia, geralmente, de 300 a 560 m, havendo maior ocorrência por volta de 530 m. Foi mapeado para a área de estudo 2 tipos do 2º nível categórico, os Latossolos Vermelhos (LV) e os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) (LARACH, *et. al.* 1984).

Os Neossolos, conforme Embrapa (2006) compreendem solos constituídos por material mineral, sem muitas alterações em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja por motivos característicos e peculiares do material de origem, como maior resistência ao intemperismo, a sua composição químico-mineralógico ou ainda fatores de formação relacionados ao clima, relevo e tempo que podem influenciar a sua evolução.

Possuem como características, de acordo com Oliveira (1999), o fato de serem solos rasos, com baixa espessura por volta de 40 cm. Por isso, no caso dos Neossolos Litólicos, o uso agrícola é limitado, pois o reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade limita o desenvolvimento vegetativo de muitas culturas. Esses solos ocorrem muitas vezes em regiões de relevo forte a ondulado sendo por isso em muitas situações suscetíveis à erosão. Esta também é uma séria limitação a trafegabilidade. Seu uso precisa de muito cuidado no que diz respeito a um manejo adequado.

Os Nitossolos, como mostram Larach *et. al.* (1984), são derivados de rochas eruptivas básicas, possuem coloração avermelhada, são profundos, em torno de 200 cm, argilosos, bem drenados, porosos e uma seqüência de horizontes A, B nítico e C. A textura do horizonte A é argilosa, enquanto que no horizonte B nítico é muito argilosa. A maioria dos horizontes apresenta cerosidade e alta saturação de bases, são bem drenados e possuem boa capacidade de retenção de água. Graças a suas condições físicas e químicas favoráveis, a maioria das culturas regionais possui um

alto potencial. Para as usinas de cana-de-açúcar, estes são solos ideais para a produção, mas também muito assediados por outras culturas, de modo que o preço pago no mercado nacional e internacional para o que for produzido geralmente determina que cultura será plantada sobre estes solos. Sobre sua estrutura, o horizonte A é granular, moderada e fortemente desenvolvida e a do Bt é prismática. Na bacia hidrográfica do rio Paranapanema foi mapeado 1 tipo de Nitossolo do 2º nível categórico, o Nitossolo Vermelho (NV).

Os Cambissolos são constituídos por material com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, alcançando geralmente os 150 cm de profundidade. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características desses solos variam muito de um local para outro (LARACH, *et. al.* 1984).

Um elemento marcante é a presença do horizonte B incipiente (Bi) com textura franco arenosa ou mais argilosa, podendo ocorrer um decréscimo do horizonte A para o Bi. Geralmente há também presença de um horizonte C. Sua morfologia é muito semelhante a dos Latossolos, mas apresentam diferenças químicas e mineralógicas no horizonte B (EMBRAPA, 2009).

Os Organossolos são solos pouco desenvolvidos, com predominância de material orgânico, de coloração escura, devido a acumulação de restos vegetais em graus variáveis de decomposição em condições de drenagem restrita, ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturadas com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso. São solos ácidos, apresentando alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases. Em ambientes com forte hidromorfismo, com lençol freático elevado, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo à acumulação expressiva de restos vegetais (EMBRAPA, 2009).

Embora as maiores porções da bacia sejam compostas de Latossolos e Argissolos, os Neossolos são encontrados em áreas de maiores declividades e os Cambissolos em áreas de relevo fortemente ondulados. Já os Nitossolos ocorrem sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral. De modo geral, os solos associados ao relevo suavemente ondulado apresentam boas condições para as safras canavieiras. Os trajetos percorridos, com a ocorrência dos tipos de solos encontram-se na figura 27.

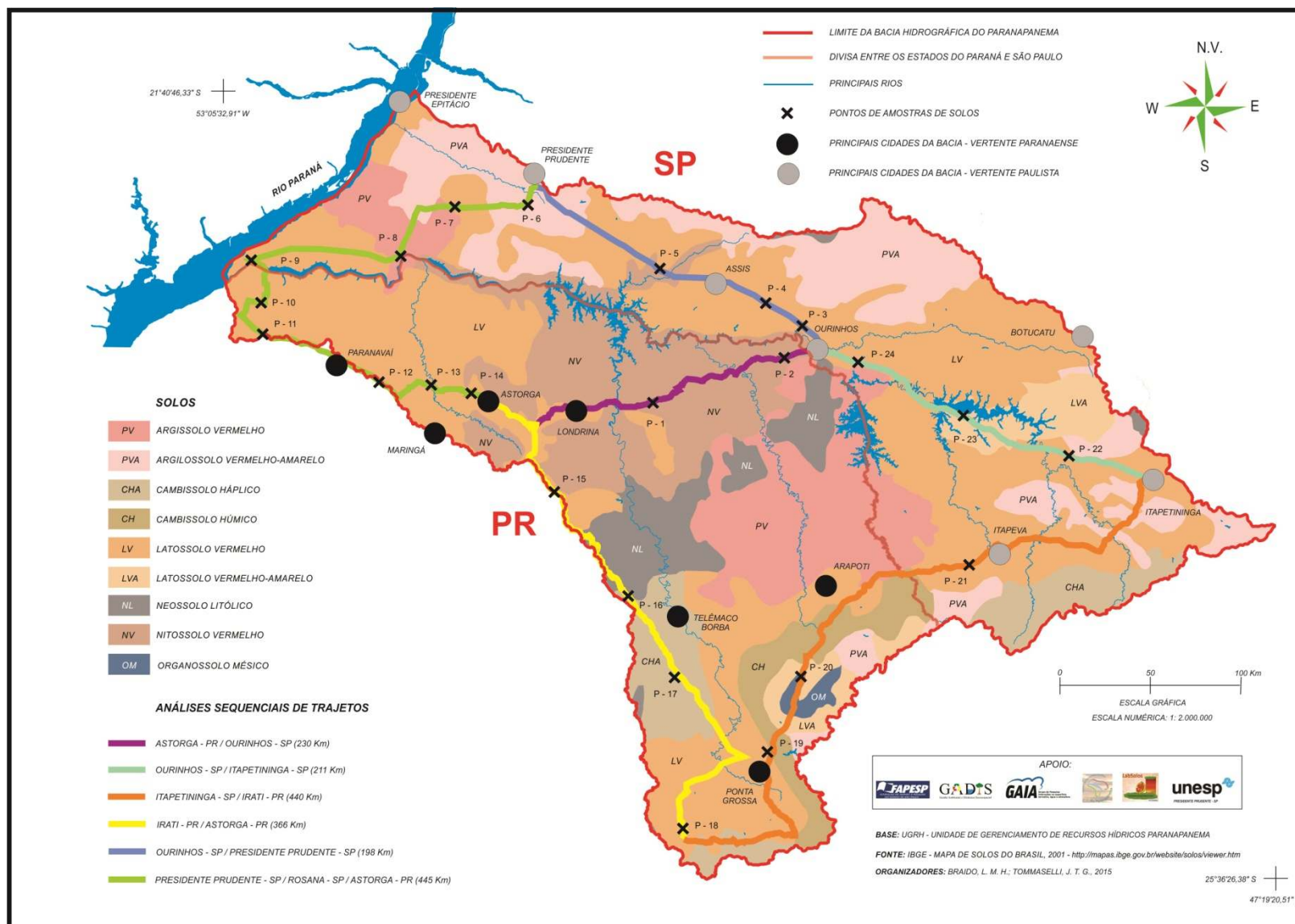


Figura 27 - Mapa de solos, trajetos das análises sequenciais e pontos das amostras de solos da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

3.4 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para o maior entendimento da questão edafoclimática, é necessário um estudo com uma longa série histórica de dados climáticos (precipitação pluviométrica e temperatura, que são reflexos da atuação das massas de ar), de dados de solos (textura dos horizontes e variação da infiltração de água no solo), do relevo (produção agrícola sobre as vertentes), da relação estabelecida com a sociedade (uso da terra da área) e da atuação econômica (aumento da produção da cana-de-açúcar).

Do ponto de vista da distribuição anual da precipitação pluviométrica e da temperatura, o valor da média de precipitação pluviométrica para toda a bacia foi de 1.437,6 mm anuais. A temperatura média anual, por sua vez foi de 20 °C. A figura 28 apresenta a série histórica com os anos de 1972 / 1973, 1976, 1982 / 1983, 1993, 1997 e 2009 / 2010, como anos úmidos onde os valores de precipitação estiveram muito acima da média anual para toda a região de estudo. Os anos de 1978, 1981, 1984 / 1985, 1988, 1999, 2003 e 2006 foram considerados anos secos.

A distribuição mensal elenca o verão (com 38% das chuvas) como trimestre úmido, seguido pela primavera (26%), outono (22%) e inverno (14%), este último considerado o trimestre seco.

Com respeito as temperaturas, os maiores valores se concentram no verão (com valores de 3 °C acima da média anual) e as menores no inverno (com 3 °C abaixo da média anual).

Para o clima da região, são encontrados a maioria dos sistemas atmosféricos da circulação sul-americana. De acordo com Quadros (1994), nos meses de dezembro a fevereiro, a ação da zona de convergência do atlântico sul (ZCAS) pode ser frequente, causando constantes chuvas com volumes significativos. Pode ocorrer também a influência dos complexos convectivos de mesoescala (CCM), que estão associados às condições de tempos severos e intensas precipitações, ocasionadas pela intensificação da corrente de jato subtropical (CJS). Berezuk (2006) menciona as chamadas instabilidades tropicais, que podem ocorrer nos meses que abrangem a primavera e início do outono causando chuvas fortes e localizadas. Para um entendimento mais completo da dinâmica climática da região, as principais massas de ar atuantes estão na figura 29.

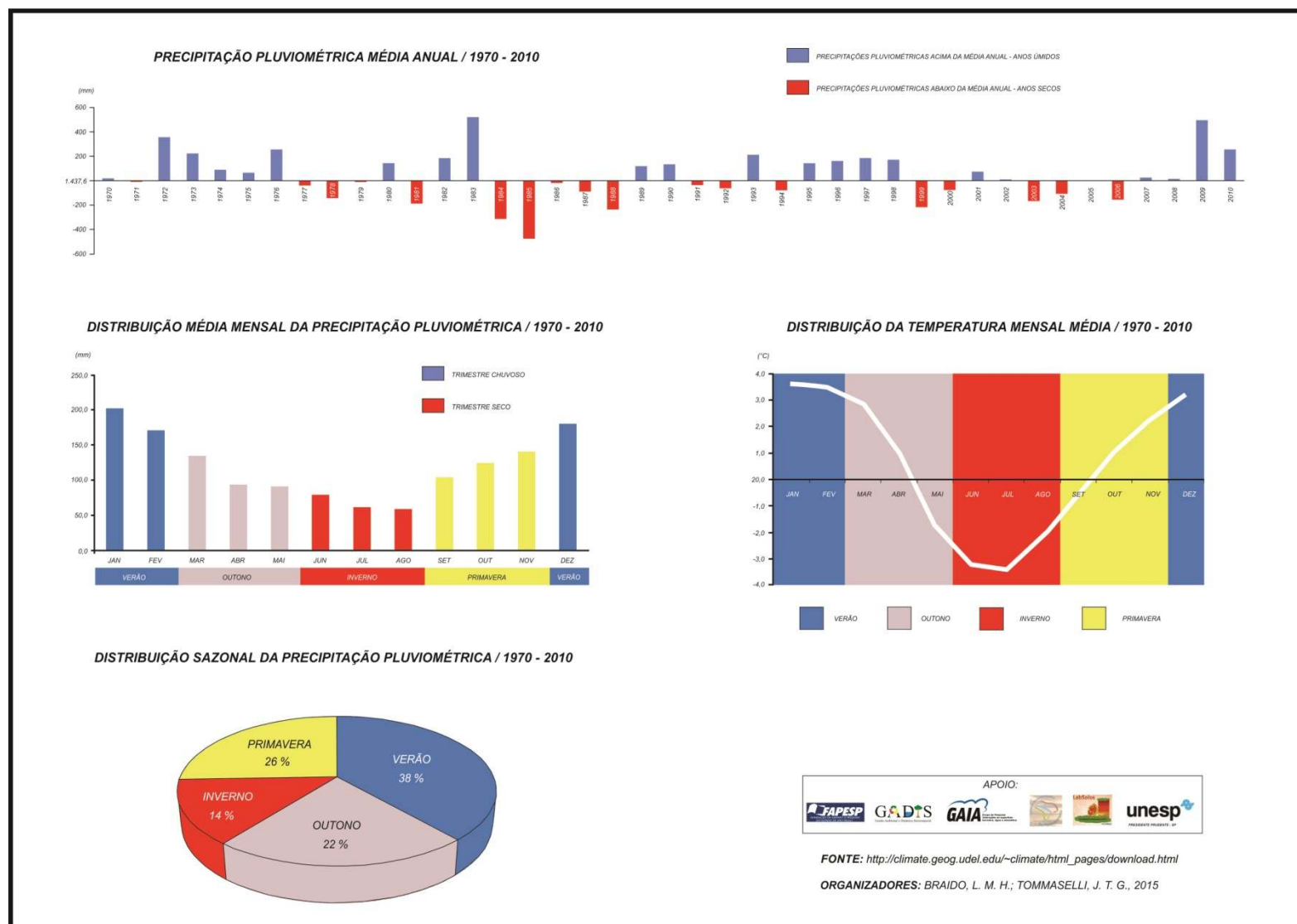


Figura 28 - Gráfico da precipitação pluviométrica anual e gráficos da distribuição mensal (precipitação e temperatura) e sazonal (precipitação) para a série histórica de 1970 a 2010

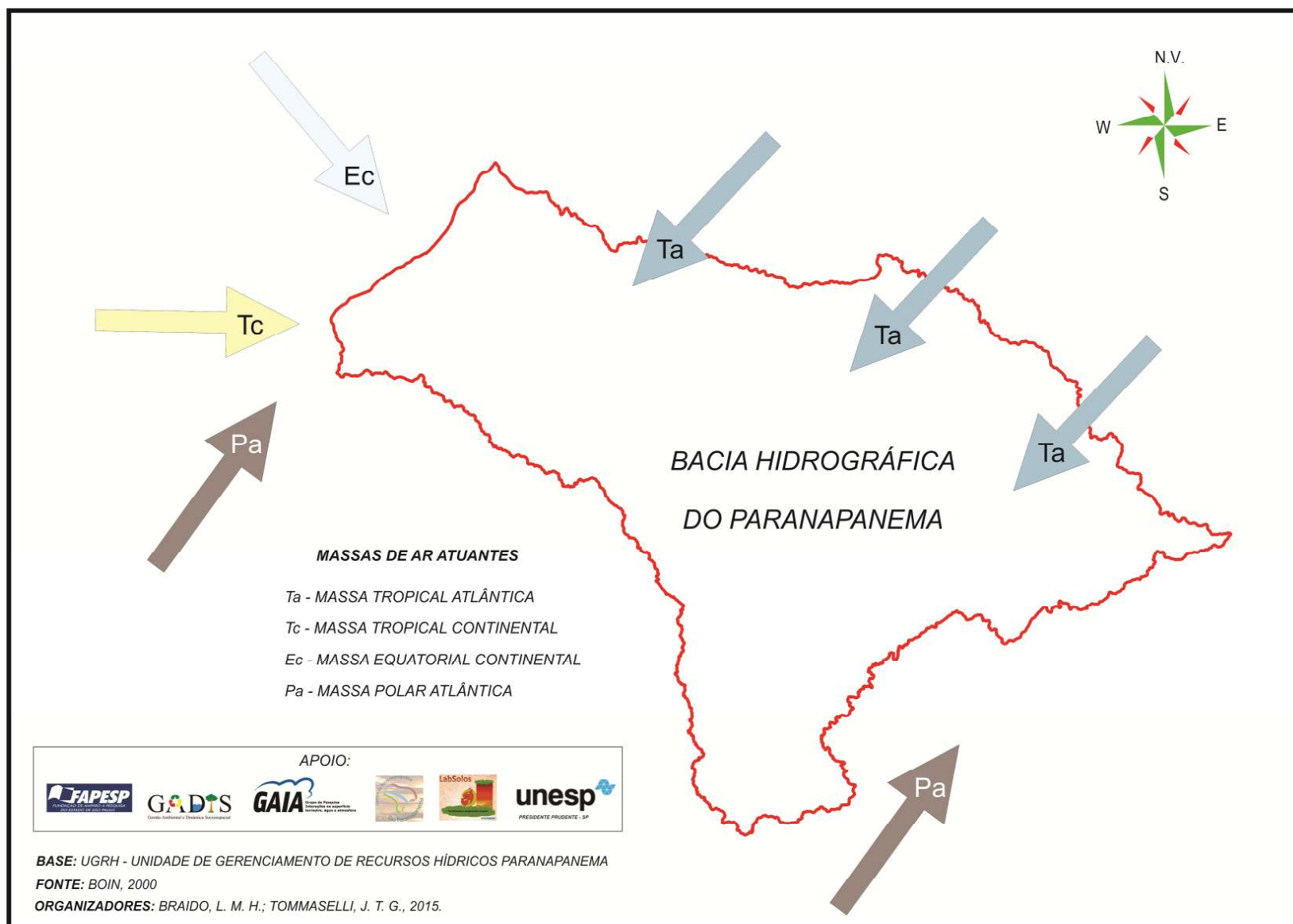


Figura 29 - Principais massas de ar atuantes na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

Além desses aspectos, e visto que essa região está sujeita às frequentes invasões polares e atividades frontais, a participação da FPA é bastante significativa no processo de reabastecimento de água no solo, "... assumindo a liderança na origem da precipitação pluvial em todas as estações do ano... chegando à quase completa totalidade durante o inverno" (MONTEIRO, 1969, p. 8).

Sobre a precipitação pluviométrica, é considerado normal para a área de estudo, de acordo com Brasil (1972) para os Estados do Paraná e São Paulo, valores médios favoráveis para a produção de cana-de-açúcar, em torno de 1.100 a 1.400 mm anuais.

O trimestre mais chuvoso como observado na figura 30 ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão). Quanto à distribuição da precipitação pluviométrica nesses meses, os maiores valores se concentram na porção central e leste, com níveis de precipitação acima dos 200 mm. Nesse período chuvoso a atuação de sistemas tropicais quentes e úmidos vindos do norte e do leste e de massas de ar que trazem muita umidade. De acordo com Quadros (1994) a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) pode agir com grande intensidade, causando constantes chuvas com volumes significativos (BEREZUK, 2006).

Sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), pode ser identificada, na composição de imagens de satélite com orientação de nebulosidade de noroeste para sudeste, estendendo-se desde a região sul da Amazônia até a região central do Atlântico Sul. Para que a ZCAS atue, duas condições atmosféricas de grande escala precisam ser satisfeitas. Em primeiro lugar é necessário ocorrer um escoamento de ar quente e úmido, em baixos níveis, em direção às altas latitudes. Segundo, também é necessário que um Jato Subtropical (JST) em altos níveis flua em direção às latitudes subtropicais (BEREZUK, 2006).

O escoamento de ar quente e úmido em baixos níveis nas altas latitudes intensifica a convergência de umidade, enquanto que, combinado com JST, intensifica a frontogênese, interferindo na temperatura e influenciando na geração da instabilidade convectiva. Esse padrão de circulação ocorre associado a atividade convectiva na Amazônia e nas regiões mais centrais do Brasil. Esse padrão também atua na região do Chaco, fortalecendo a convergência de ar úmido para a região onde se localiza a área de estudo, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema (BEREZUK, 2006).

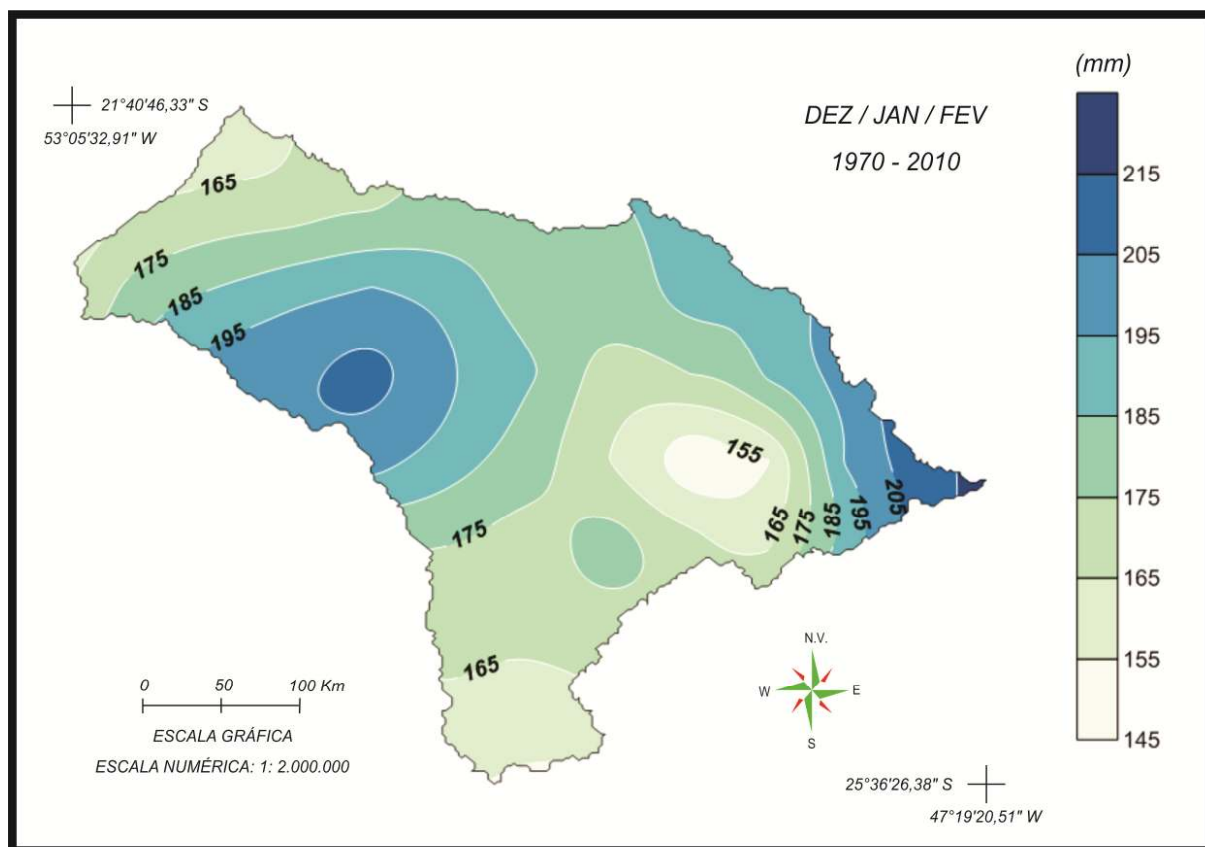


Figura 30 - Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (trimestre chuvoso - verão), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

A ZCAS tem grande importância para a previsão do tempo e do clima em regiões tropicais sobre a influência de sistemas nos quais a liberação de calor latente é energeticamente importante. No Estado de São Paulo, os períodos mais úmidos dentro de uma estação chuvosa são caracterizados pela presença de ZCAS (METEOROLOGIA SINÓTICA... *online*, 2010).

Para o meses de março a maio (outono), as maiores concentrações das chuvas estão nas porções centro / sul, com valores de precipitações acima de 100 mm, figura 31. Durante o trimestre mais seco junho, julho e agosto (inverno), a maior concentração das chuvas ocorrem na porção sudoeste, com precipitações acima dos 100 mm para o período, figura 32. Esta dinâmica para a distribuição das chuvas, o mais seco para a série histórica analisada, pode receber influência da atuação da Massa Polar vinda do sul e da atuação da Massa Tropical Atlântica vinda do leste e nordeste, trazendo pouca umidade para a região.

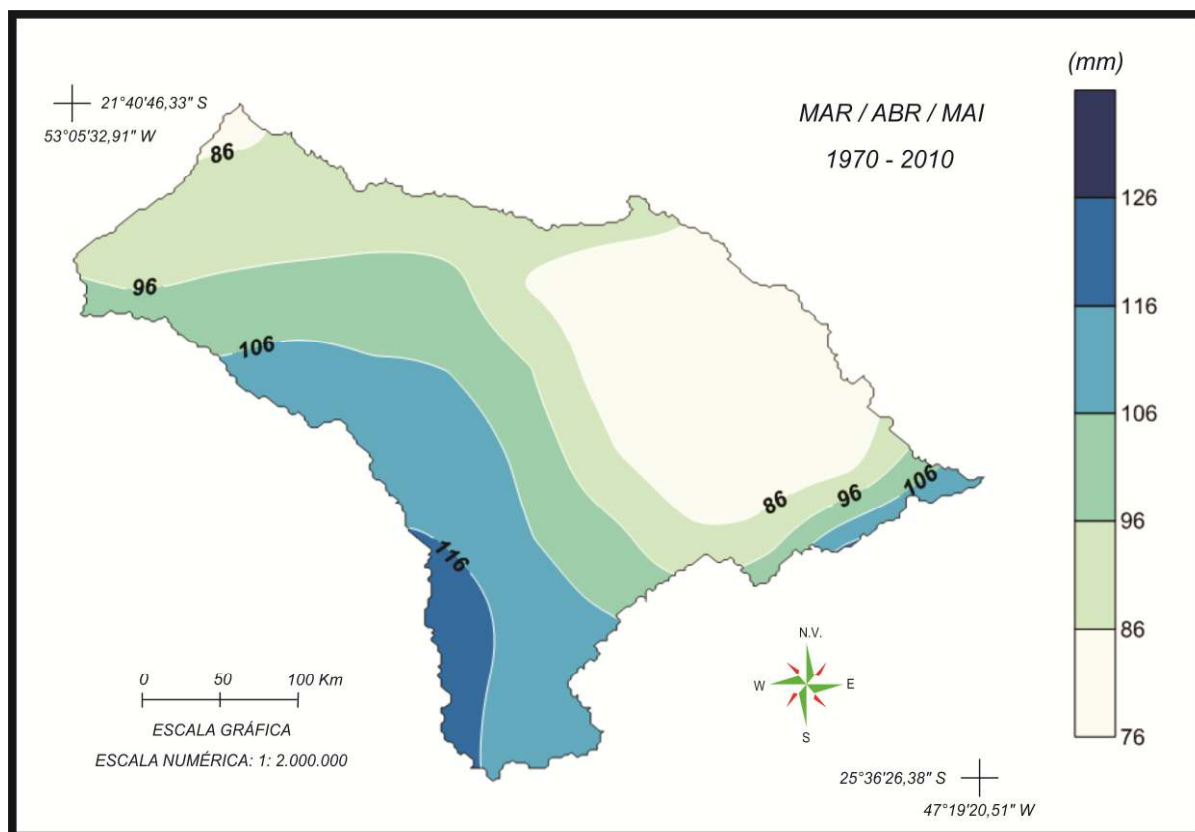


Figura 31 - Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de março, abril e maio (outono), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

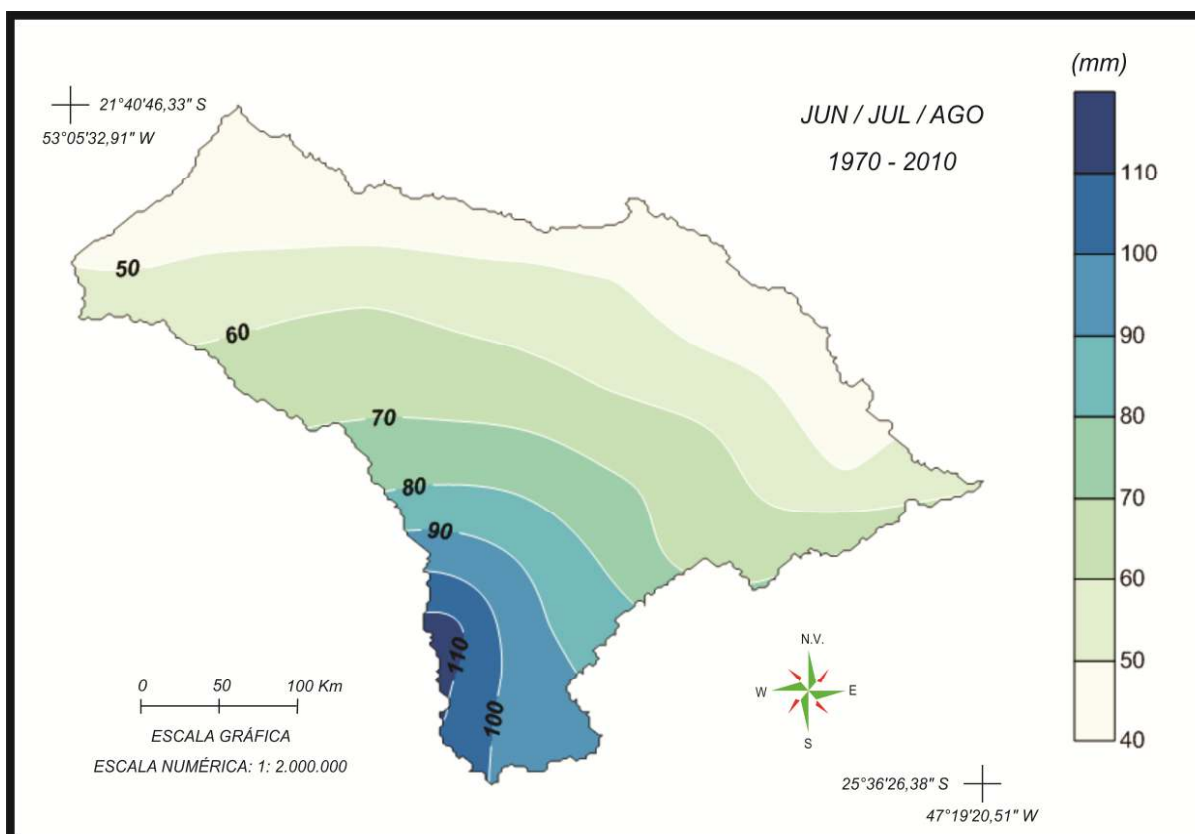


Figura 32 - Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de junho, julho e agosto (trimestre seco - inverno), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

O trimestre de junho, julho e agosto, considerado seco, pode sofrer com a influência das chamadas estiagens ou secas, que ao contrário dos fenômenos pontuais e temporalmente breves, podem abranger uma extensa área, causando perdas significativas nas lavouras, afetando os sistemas de abastecimento de água, a economia regional e causando doenças na população. Assim, Berezuk (2006) lembra ainda que em períodos de estiagem, que são comuns no período que vai de junho a agosto na área analisada, ocorre a intensificação da ação do Sistema Tropical Atlântico, oferecendo condições para que esse sistema possa se converter para um STaC (Sistema Tropical Atlântico Continentalizado), sistema caracterizado pela geração de pouca umidade.

Os meses de setembro e outubro (primavera) possuem características de distribuição das chuvas próximo aos meses anteriores em que os maiores valores de precipitação se concentram nas regiões sul com aumento das chuvas para oeste. A diferença notada é que nesses meses os valores de precipitação são historicamente maiores, ficando entre os 90 mm a acima dos 160 mm. No mês de novembro observa-se a distribuição das chuvas com características muito próximas das apresentadas para o trimestre chuvoso de dezembro, janeiro e fevereiro em que a porção que recebe mais umidade são as regiões que abrangem o centro / leste da área da bacia, figura 33. De acordo com Berezuk (2006), no período da primavera, há as chamadas Instabilidades Tropicais, com formação de modo frequente de nuvens tipo *cumulus*, que muitas vezes se desenvolvem verticalmente, tornando-se nas *cumulonimbus* que possuem como característica causar chuvas muito fortes e em porções localizadas entre o período da tarde e início da noite.

Quanto à temperatura, também fator importante para a produção agrícola, e de acordo com Ometto (1981), que diz que toda a planta é sensível a condição energética do meio ambiente, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema oferece uma grande amplitude térmica, claramente influenciada pela variação da altitude. Para o trimestre considerado chuvoso, a variação de temperatura entre a área mais quente e a com menor temperatura, para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão), a amplitude foi de 6,0 °C. Entre março, abril e maio (outono), essa variação foi de 7,0 °C. Para o trimestre considerado seco, de junho, julho e agosto (inverno), a variação da temperatura foi de 8,0 °C. Nos meses de setembro, outubro e novembro (primavera), a variação foi de 6 °C, figuras 34, 35, 36 e 37.

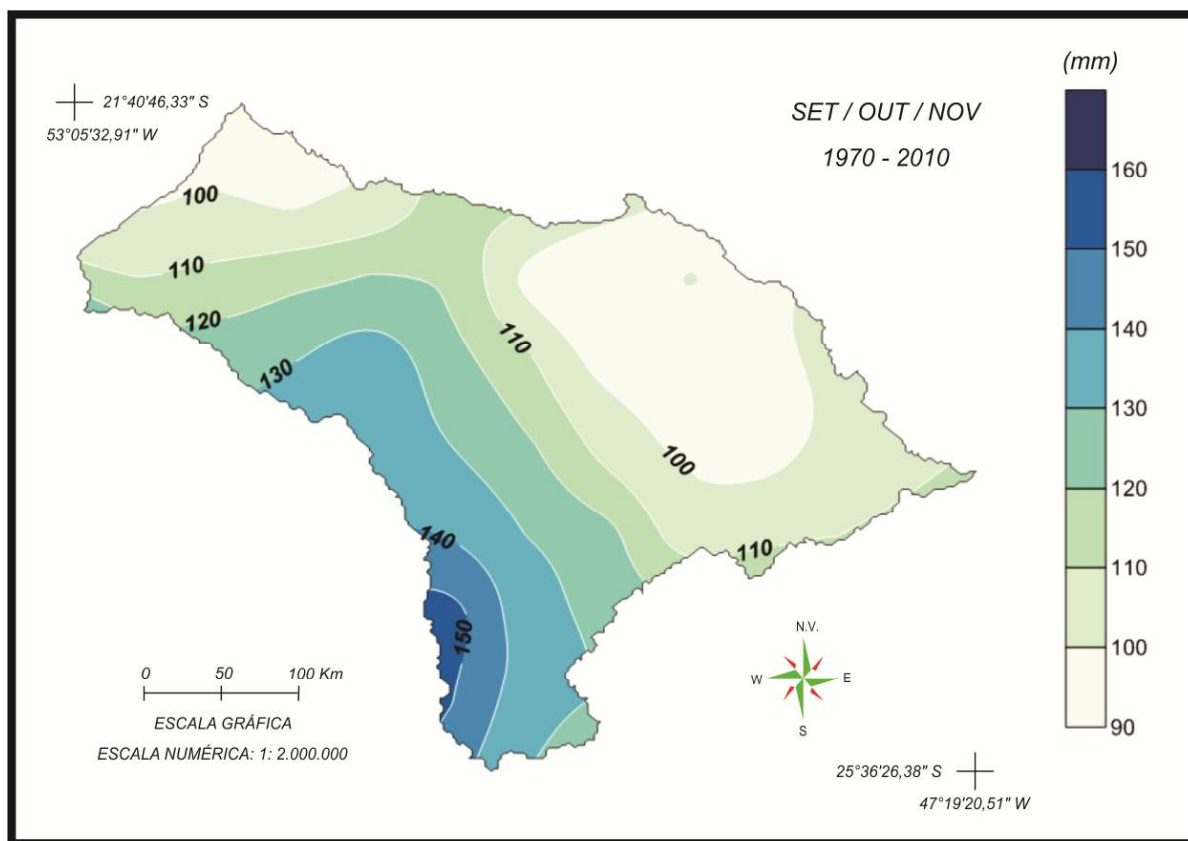


Figura 33 - Acumulado da precipitação pluviométrica para os meses de setembro, outubro e novembro (primavera), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

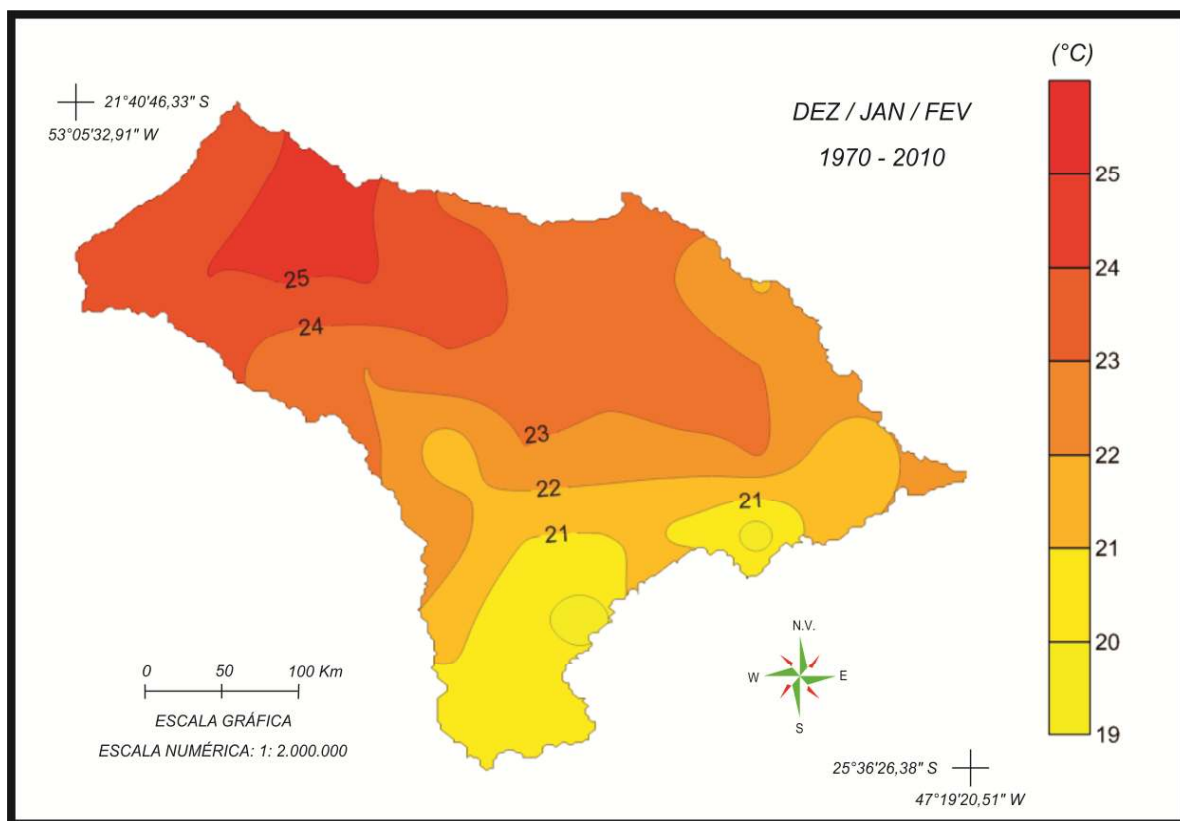


Figura 34 - Média da temperatura para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (trimestre chuvoso - verão), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

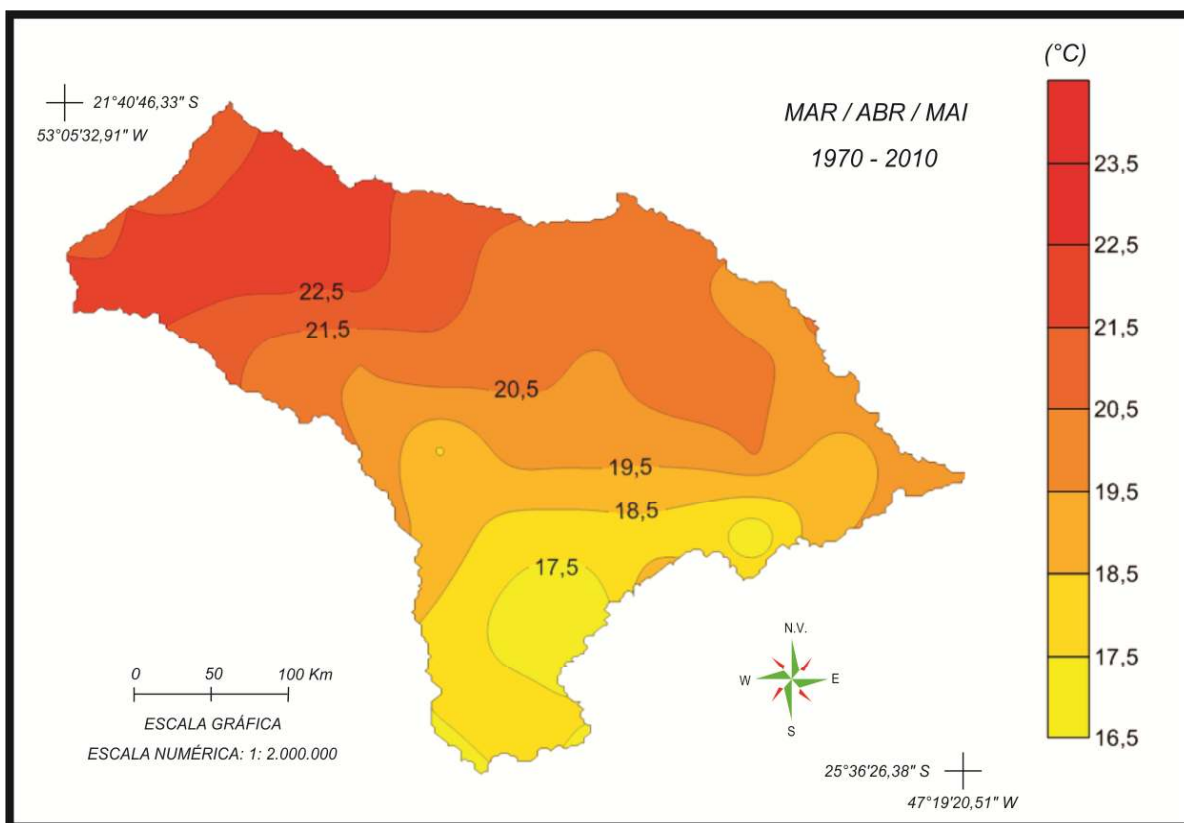


Figura 35 - Média da temperatura para os meses de março, abril e maio (outono), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

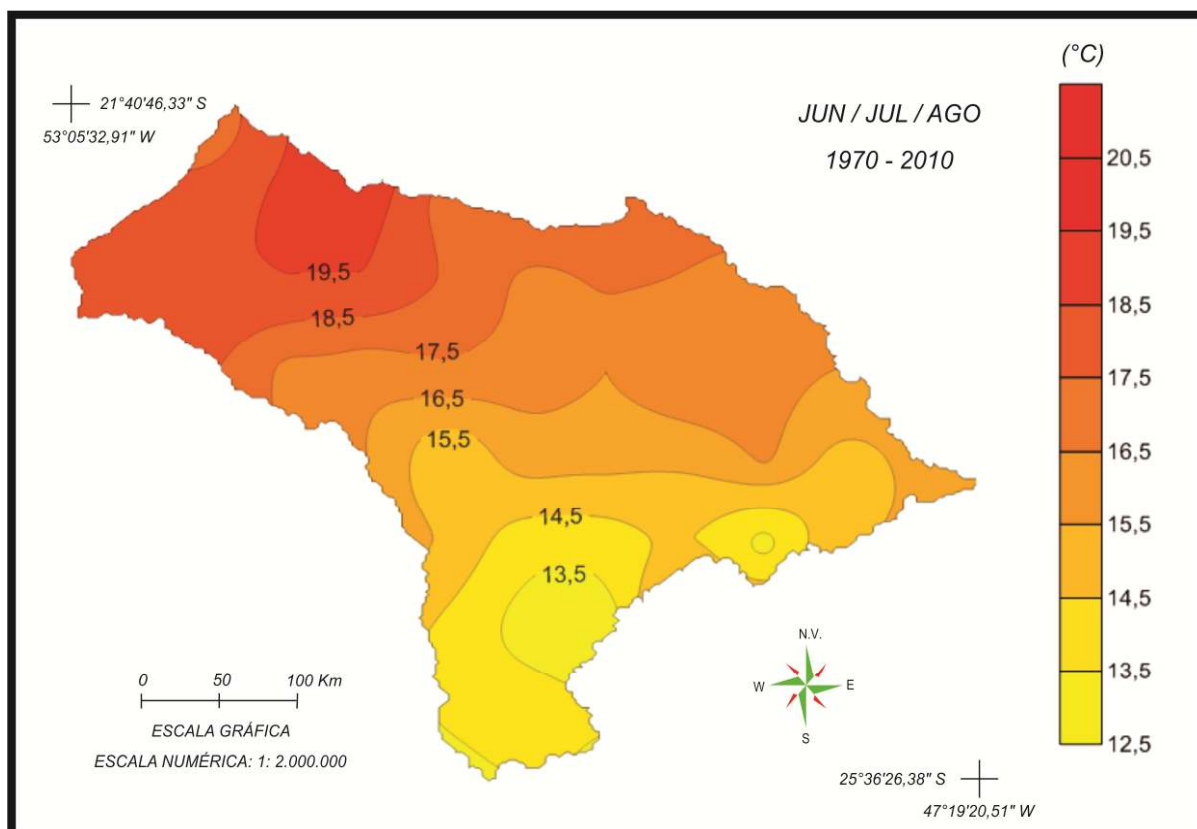


Figura 36 - Média da temperatura para os meses de junho, julho e agosto (trimestre seco - inverno), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

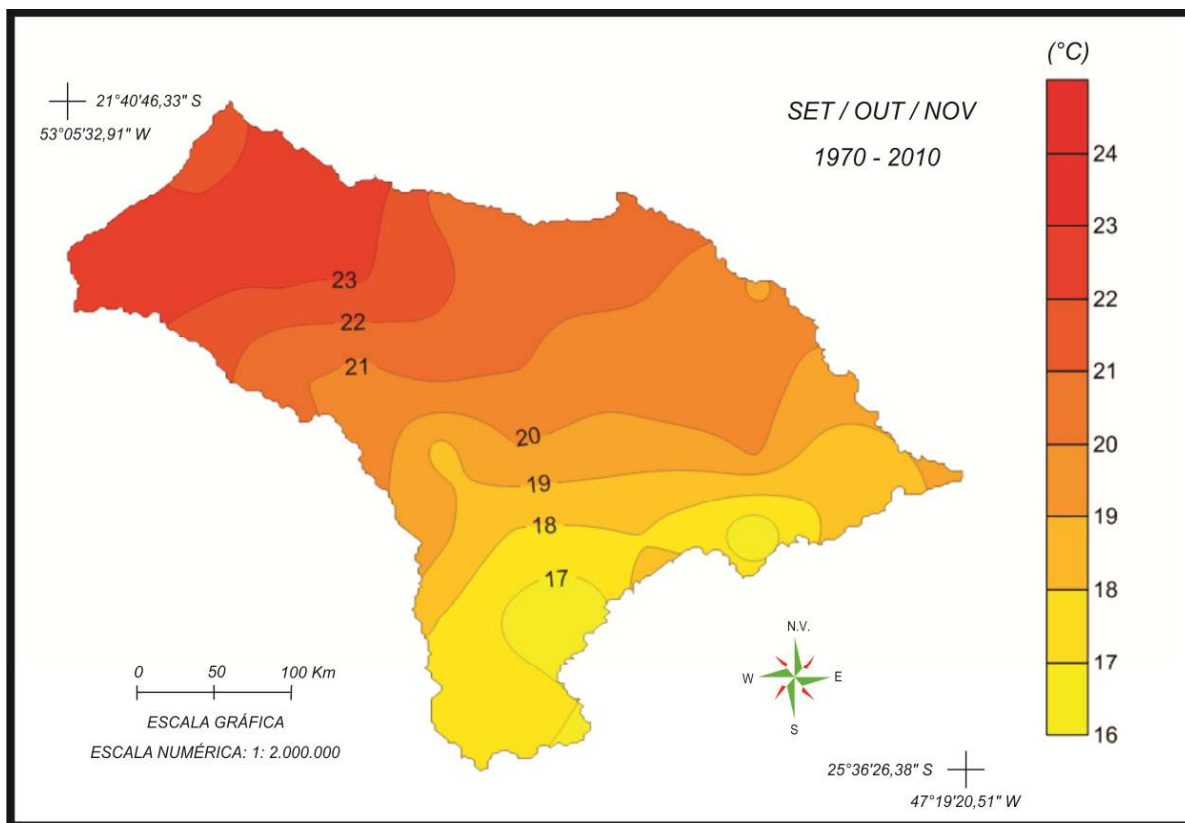


Figura 37 - Média da temperatura para os meses de setembro, outubro e novembro (primavera), 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

Considerando a variação da temperatura no decorrer do ano para toda a série histórica analisada, a temperatura mais baixa apresentada ficou em torno dos 16,0 °C e a mais elevada acima de 23,0 °C, ou seja, uma amplitude térmica de 6,0 °C. As maiores temperaturas historicamente estão localizadas nas porções norte / noroeste.

A figura 38, mostra a distribuição média anual da precipitação para a série estudada de 1970 a 2010, onde a maior quantidade das precipitações estão historicamente na porção centro / sul e oeste da área com valores superiores aos 1.700 mm anuais e os menores valores se concentram na porção norte / noroeste e nordeste, com valores por volta dos 1.200 mm anuais. A temperatura média anual para o período de 1970 a 2010 para a área mostra que seus maiores valores, acima dos 20,0 °C, estão historicamente localizados na região norte / noroeste da área e os menores valores se encontram nas região sul, com temperaturas médias anuais por volta de 17,0 °C, o que evidencia forte atuação do relevo (variação da altitude).

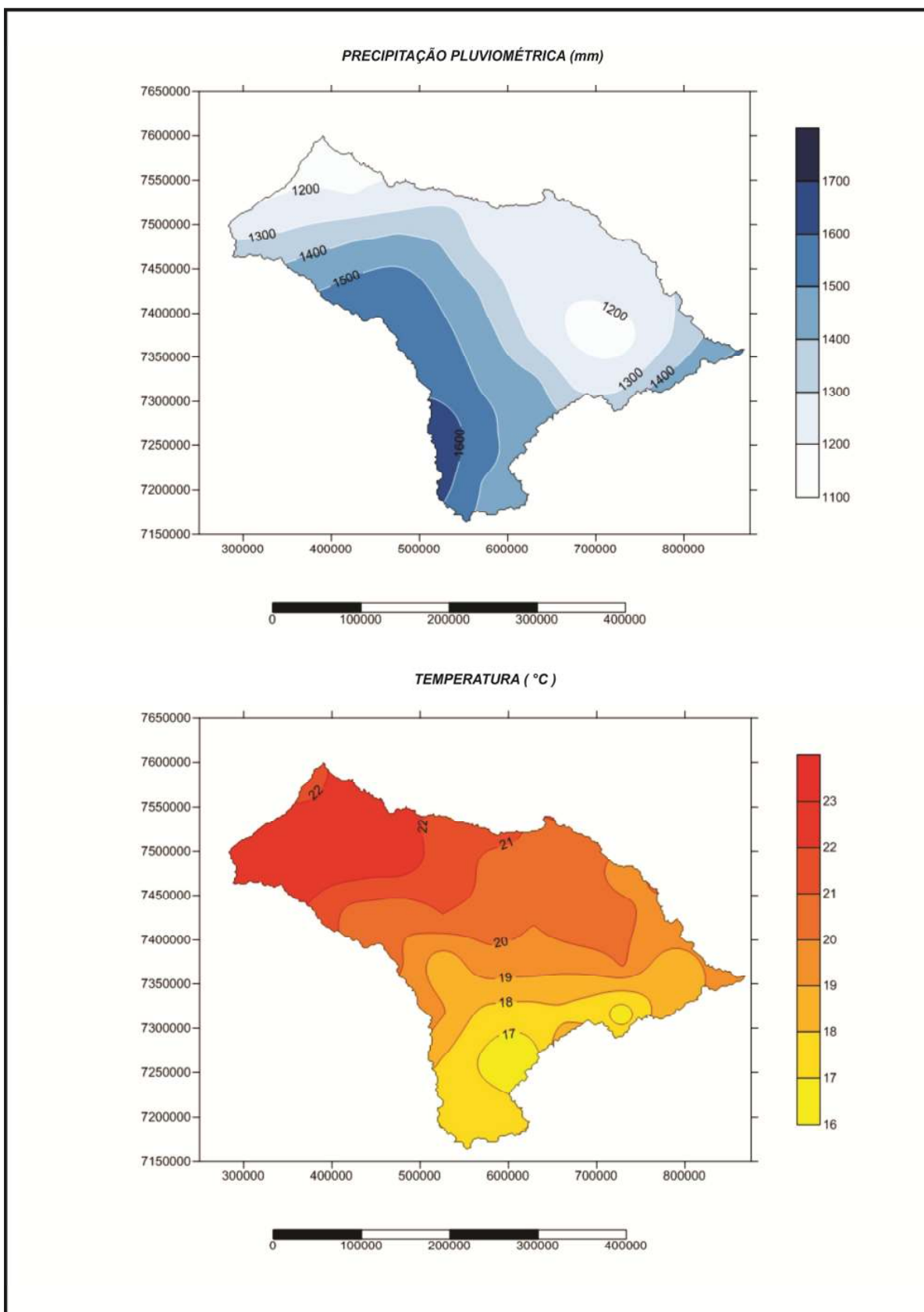


Figura 38 - Precipitação pluviométrica média anual, 1970 - 2010 para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

3.5 - ANÁLISE SEQUENCIAL DE TRAJETOS E APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

A união de elementos da natureza, numa sobreposição em camadas, nos orienta quanto ao entendimento dos fluxos de um cenário escolhido. Ao considerar a ocorrência da cana-de-açúcar através dos trajetos estabelecidos para a pesquisa notou-se que a partir de pontos determinantes (temperatura e relevo) a cultura dá lugar a outras atividades, fato que também ficou evidente nas imagens de satélite.

Fatores econômicos também são verificados. Por exemplo, em solos mais férteis, a concorrência de outras culturas como o soja e milho tem tomado espaço da expansão da cultura da cana-de-açúcar, visto que seu preço atualmente está melhor para venda no mercado. Essa explicação nos ajuda a compreender porque em regiões onde as condições naturais são favoráveis ao plantio da cana-de-açúcar, ou seja, mesmo com possibilidades de expansão para essas áreas, isso não ocorre.

Para que a análise sequencial de trajetos apresentasse maior correlação com os dados de expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar, associou-se aos resultados das amostras físico-químicas, a exigência de macro e micronutrientes necessários para a produção, expressos em índices considerados baixo, médio e alto em relação ao ideal esperado, tabela 03.

Tabela 03 - Níveis de macro e micronutrientes adequados para a cana-de-açúcar

Elemento	Baixo	Médio	Alto	Ideal
pH	-	-	-	5,5 a 7,0
M.O	< 15,0	15,0 a 25,0	>= 26,0	> 15,0
P	< 15,0	16,0 a 30,0	>= 31,0	30,0
K	0,8 a 1,5	1,6 a 3,0	>= 3,1 a 6,0	3,0
Ca	< 20	20,0 - 40,0	>= 41,0	40,0
Mg	< 4,0	4,0 a 8,0	>= 9,0	8,0
Al	< 5,0	5,0 a 15,0	>= 16,0	0,0
S	< 4,0	5,0 a 15,0	>= 16,0	15,0
B	< 0,2	0,2 a 0,6	>= 0,7	0,6
Cu	< 0,2	0,3 a 0,8	>= 0,9	0,8
Fe	< 4,0	5,0 a 12,0	>= 13,0	12,0
Mn	< 1,2	1,3 a 5,0	>= 6,0	5,0
Zn	< 0,5	0,6 a 1,2	>= 1,3	1,2

Fonte - Nova Cana... online, 2015

No trajeto entre Itapetininga (ponto A) e Astorga (ponto B), a maior sucessão e alteração geológica está mais próximo do município de Itapetininga, enquanto que chegando em Astorga o embasamento geológico mais frequente é a Formação Serra Geral. A litologia desse trajeto favoreceu a formação de solos com características próprias e favoráveis a agricultura.

Para esse trajeto, no lado paulista são encontrados os Latossolos Vermelhos e os Latossolos Vermelho-Amarelos. A análise física dos pontos de tradagem (pontos 22, 23 e 24) para esses solos indicam que os percentuais de argila são maiores em todas as profundidades do que silte ou areia. A análise química indica que os níveis de macro e micronutrientes se encontram numa condição essencialmente boa. O resultado dessa análise se traduz pela intensidade de ocorrência de cobertura vegetal ao longo do trajeto, dominado por culturas agrícolas como o milho e a cana-de-açúcar. Por esse motivo, encontramos muitas usinas nessa porção do território, principalmente até as imediações de Ourinhos, tabelas 04 e 05.

A quantidade de chuva para essa área é de 1.200 a 1.300 mm anuais, e a temperatura está entre 19 e 21°C, valores satisfatórios para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. No decorrer do perfil traçado entre os municípios, a altitude sofre alterações chegando a 750 m.

Após a divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná, depois do rio Paranapanema, a paisagem é dominada pela menor intensidade de canaviais, com mais plantações, principalmente, do consórcio soja / milho. Não são encontradas nessa parte do trajeto usinas próximas e o fato da ocorrência de solos com alta fertilidade, como os Nitossolos Vermelhos, decorrentes de derrames basálticos, com textura argilosa e bons níveis de retenção de umidade em seus perfis, favorece a cultura com maior preço praticado no mercado interno e internacional. Não se deve deixar de mencionar que nessa área são encontradas muitas cooperativas agroindustriais com forte atuação na área de grãos, o que é um grande incentivo para safras cada vez maiores de soja e milho.

As atividades agrícolas são favorecidas também pelo aumento gradativo da precipitação pluviométrica, após a divisa da área com o Estado de São Paulo, chegando a níveis superiores a 1.500 mm anuais, o que, junto com a qualidade dos solos, garante a ocorrência de boas safras, figura 39.

TABELA 04 - Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Itapetininga - SP / Astorga - PR

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura	Ponto	Prof. (cm)	Oxidação g/dm³	CaCl2 -	Resina mg/dm³	Resina mmolc/dm³	Resina mmolc/dm³	Resina mmolc/dm³	Al ³ mmolc/dm³	Fosfato de Cálcio mg/dm³	Água Quente mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³
Milho	P. 01	0 - 20	28,00	4,90	10,00	1,30	48,00	10,00	0,00	10,00	0,45	11,40	11,00	34,60	0,80
	P. 01	20 - 40	17,00	5,20	14,00	0,40	37,00	14,00	0,00	14,00	0,73	7,80	5,00	20,30	0,20
	P. 01	40 - 60	12,00	5,20	13,00	0,30	36,00	25,00	0,00	41,00	0,69	4,60	2,00	8,80	0,10
	P. 01	60 - 80	12,00	5,30	14,00	0,30	36,00	13,00	0,00	23,00	0,44	3,80	2,00	7,60	0,10
Cana-de-açúcar	P. 02	0 - 20	21,00	5,00	13,00	2,60	46,00	17,00	0,00	15,00	0,79	7,30	20,00	98,50	1,80
	P. 02	20 - 40	20,00	5,10	10,00	2,20	48,00	18,00	0,00	10,00	0,55	6,60	10,00	71,50	1,60
	P. 02	40 - 60	11,00	5,40	10,00	0,90	39,00	18,00	0,00	8,00	0,70	2,40	4,00	22,10	0,50
	P. 02	60 - 80	10,00	5,50	56,00	0,40	32,00	20,00	0,00	7,00	0,36	1,50	2,00	10,00	0,20
Milho	P. 22	0 - 20	27,00	4,90	46,00	2,20	37,00	20,00	0,00	14,00	0,30	1,00	10,00	2,30	1,30
	P. 22	20 - 40	21,00	4,70	17,00	1,80	27,00	17,00	0,00	13,00	0,45	0,80	11,00	0,60	0,40
	P. 22	40 - 60	19,00	4,60	6,00	1,00	15,00	12,00	2,00	20,00	0,30	0,70	7,00	0,20	0,10
	P. 22	60 - 80	30,00	4,50	5,00	0,70	14,00	12,00	1,00	15,00	0,34	0,60	4,00	0,20	0,10
Cana-de-açúcar	P. 23	0 - 20	37,00	5,20	4,00	0,70	39,00	36,00	0,00	6,00	0,45	1,60	11,00	0,20	0,30
	P. 23	20 - 40	26,00	4,70	2,00	0,30	9,00	12,00	2,00	13,00	0,49	1,80	12,00	0,20	0,10
	P. 23	40 - 60	22,00	4,30	3,00	0,20	4,00	5,00	4,00	8,00	0,15	1,60	7,00	0,20	0,10
	P. 23	60 - 80	23,00	4,50	2,00	0,20	5,00	4,00	3,00	19,00	0,41	1,50	7,00	0,20	0,10
Cana-de-açúcar	P. 24	0 - 20	20,00	4,80	13,00	3,20	36,00	19,00	0,00	13,00	0,45	1,60	10,00	23,10	0,90
	P. 24	20 - 40	11,00	4,60	7,00	1,00	19,00	9,00	2,00	14,00	0,39	0,80	3,00	1,20	0,20
	P. 24	40 - 60	11,00	4,20	3,00	0,50	14,00	7,00	3,00	13,00	0,31	0,40	1,00	0,20	0,00
	P. 24	60 - 80	6,00	4,10	2,00	0,30	8,00	5,00	3,00	11,00	0,25	0,40	0,00	0,20	0,00
			Baixo		Médio		Alto								

TABELA 05 - Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Itapetininga - SP / Astorga - PR

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg
Milho	P. 01	0 - 20	626,00	260,00	114,00	886,00
	P. 01	20 - 40	575,00	280,00	145,00	855,00
	P. 01	40 - 60	650,00	193,00	157,00	843,00
	P. 01	60 - 80	703,00	222,00	75,00	925,00
Cana-de-açúcar	P. 02	0 - 20	577,00	236,00	187,00	813,00
	P. 02	20 - 40	576,00	204,00	220,00	780,00
	P. 02	40 - 60	655,00	193,00	152,00	848,00
	P. 02	60 - 80	632,00	222,00	146,00	854,00
Milho	P. 22	0 - 20	492,00	130,00	378,00	622,00
	P. 22	20 - 40	575,00	180,00	245,00	755,00
	P. 22	40 - 60	663,00	130,00	207,00	793,00
	P. 22	60 - 80	659,00	157,00	184,00	816,00
Cana-de-açúcar	P. 23	0 - 20	620,00	176,00	204,00	796,00
	P. 23	20 - 40	626,00	148,00	226,00	774,00
	P. 23	40 - 60	607,00	182,00	211,00	789,00
	P. 23	60 - 80	598,00	160,00	242,00	758,00
Cana-de-açúcar	P. 24	0 - 20	674,00	173,00	153,00	847,00
	P. 24	20 - 40	780,00	121,00	99,00	901,00
	P. 24	40 - 60	750,00	157,00	93,00	907,00
	P. 24	60 - 80	750,00	157,00	93,00	907,00

O segundo trajeto entre Irati (ponto A) e Itapetininga (ponto B), tem como uma das principais características grande variação da altitude, que chega a passar dos 1.000 m após cruzar o rio Tibagi. Nessa porção as temperaturas estão entre 16 a 18°C, fatores que (relevo e temperatura) são limitantes a cultura da cana-de-açúcar. Encontram-se nessas regiões em grandes quantidades a ocorrência de pinus, plantações que tem como objetivo abastecer fábricas produtoras de papel.

Os solos coletados nos pontos 19, 20 e 21 tem suas propriedades físico-químicas expressas nas tabelas 06 e 07. O cenário encontrado no ponto 19 foi o de pastagem, no ponto 20 de solo exposto e no ponto 21 de soja. Os valores de argila e areia para os pontos 19 e 21 são intermediários, caindo sobre os Latossolos Vermelhos e mais argiloso para o ponto 20, onde a base cartográfica indica a ocorrência de Organossolo Mésico, com matéria orgânica muito presente nos perfis superficiais.

É notório a variação de formações geológicas encontradas no perfil, visto que no trajeto são atravessados áreas do 1° para o 2° planalto paranaense, a forte variação da altitude é sentida, conforme consegue-se verificar na figura 40. Nessa porção também são encontradas os maiores valores de precipitação pluviométrica em torno de 1.500 a 1.600 mm anuais. Após a área de divisa entre Paraná e São Paulo, quando atravessado o rio Itararé, os valores pluviométricos decaem chegando a média anual de 1.200 a 1.400 mm.

Os canaviais passam a ocorrer próximo dos municípios de Itapeva e, principalmente, Itapetininga, onde também encontra-se a Usina Vista Alegre. Nessa região, o relevo e as temperaturas, com média de 18 a 19°C são fatores que não limitam a produção de cana-de-açúcar, embora a ocorrência dos canaviais sejam baixos para esse trajeto.

Com as considerações realizadas até o momento conseguimos responder uma das perguntas hipótese da tese: São os fatores ambientais os principais limitadores para a expansão da cultura da cana-de-açúcar em algumas partes da área de estudo? Pelo menos, para o trajeto considerado, sim, pois os níveis de altitude e conseqüentemente de baixa temperatura impedem a ocorrência da cultura canavieira nessa região. Mesmo que fosse viável economicamente, ainda não existem variedades de cana-de-açúcar capazes de enfrentar as baixas temperaturas registradas nessa área da bacia.

TABELA 06 - Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Irati - PR / Itapetininga - SP

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	Oxidação g/dm ³	CaCl2 -	Resina mg/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Al ³ mmolc/dm ³	Fosfato de Cálcio mg/dm ³	Água Quente mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³
Pastagem	P. 19	0 - 20	25,00	4,60	22,00	2,40	39,00	16,00	0,00	7,00	0,71	1,50	24,00	0,20	0,70
	P. 19	20 - 40	22,00	4,90	10,00	2,10	26,00	13,00	0,00	15,00	0,53	1,60	20,00	0,20	0,50
	P. 19	40 - 60	16,00	4,80	4,00	2,20	13,00	9,00	0,00	32,00	0,51	1,30	14,00	0,20	0,30
	P. 19	60 - 80	15,00	4,90	3,00	1,50	12,00	8,00	0,00	29,00	0,36	1,00	10,00	0,20	0,20
Solo Exposto	P. 20	0 - 20	44,00	5,00	6,00	1,30	61,00	34,00	0,00	15,00	0,36	2,40	55,00	1,60	6,40
	P. 20	20 - 40	29,00	5,00	36,00	4,40	34,00	23,00	0,00	25,00	0,94	2,00	29,00	0,40	2,50
	P. 20	40 - 60	19,00	4,90	10,00	2,40	19,00	16,00	1,00	26,00	0,48	1,10	20,00	0,20	0,80
	P. 20	60 - 80	21,00	4,80	14,00	1,70	20,00	19,00	0,00	16,00	0,46	0,90	15,00	0,20	1,20
Soja	P. 21	0 - 20	15,00	5,00	15,00	2,80	17,00	16,00	0,00	20,00	0,43	3,70	7,00	0,20	0,40
	P. 21	20 - 40	15,00	4,90	5,00	1,20	7,00	8,00	1,00	24,00	0,30	3,00	4,00	0,20	0,10
	P. 21	40 - 60	14,00	4,90	8,00	1,00	7,00	7,00	0,00	26,00	0,36	2,20	4,00	0,20	0,10
	P. 21	60 - 80	11,00	4,70	6,00	0,90	4,00	4,00	1,00	7,00	0,35	1,80	4,00	0,20	0,00

Baixo	Médio	Alto
-------	-------	------

TABELA 07 - Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Irati - PR / Itapetininga - SP

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg
Pastagem	P. 19	0 - 20	367,00	116,00	517,00	483,00
	P. 19	20 - 40	438,00	139,00	423,00	577,00
	P. 19	40 - 60	478,00	119,00	403,00	597,00
	P. 19	60 - 80	481,00	127,00	392,00	608,00
Solo Exposto	P. 20	0 - 20	451,00	154,00	395,00	605,00
	P. 20	20 - 40	483,00	123,00	394,00	606,00
	P. 20	40 - 60	494,00	157,00	349,00	651,00
	P. 20	60 - 80	517,00	138,00	345,00	655,00
Soja	P. 21	0 - 20	432,00	129,00	439,00	561,00
	P. 21	20 - 40	450,00	108,00	442,00	558,00
	P. 21	40 - 60	478,00	144,00	378,00	622,00
	P. 21	60 - 80	499,00	130,00	371,00	629,00

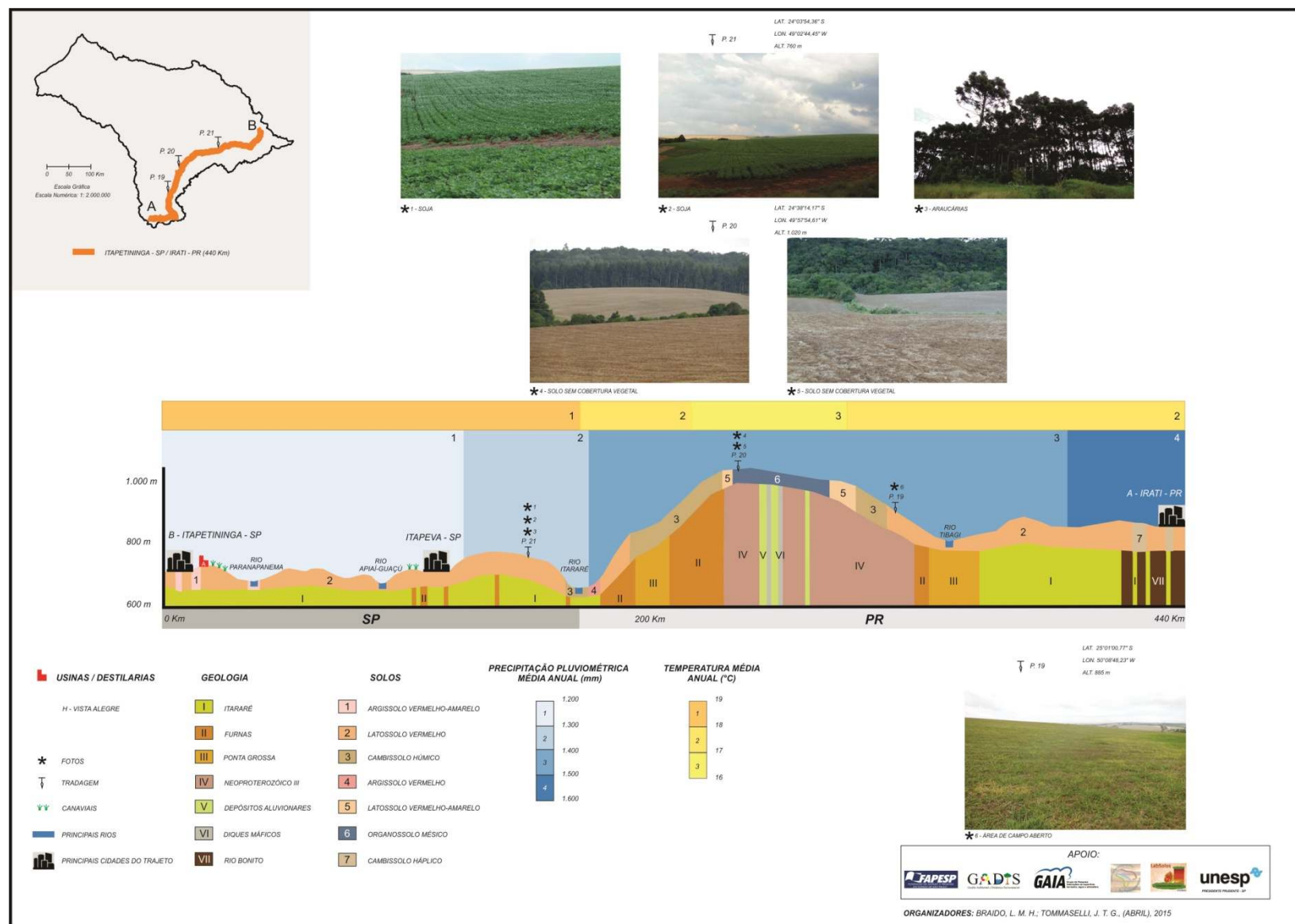


Figura 40 - Análise sequencial de trajeto - Irati - PR / Itapetininga - SP

No trajeto entre Astorga (ponto A) e Irati (ponto B), parte do que foi considerado no trajeto anterior, se repete. As altitudes também ultrapassam os 1.000 m. Os valores de precipitação pluviométrica são os maiores da bacia hidrográfica do rio Paranapanema em torno dos 1.500 a 1.700 mm anuais.

Desde a saída do ponto A, a temperatura cai gradativamente com médias anuais que partem de 21 e vão para 17°C. Essa característica, junto com o relevo, limitam a ocorrência de cana-de-açúcar ao passo que a viagem avança em direção a Irati, figura 41.

Também é encontrado, nessa região, uma grande variação geológica, que em ordem de deslocamento entre o ponto A e B ocorre da seguinte maneira: Formação Santo Anastácio, Serra geral, Rio do Rastro, Formação Teresina, Serra Alta, Irati, Palermo, Rio Bonito, Itararé, Ponta Grossa e uma sequência entre as Formações Palermo, Itararé e Rio Bonito até o final da viagem.

Os solos encontrados no trajeto são os Latossolos Vermelhos e Nitossolos Vermelhos, localizados mais próximos a Astorga. Nessa parte do trajeto ainda ocorrem canaviais. Desta-se a presença da usina Nova Produtiva, com sede na porção rural do município. Também são encontrados os Cambissolos Háplicos e os Neossolos Litólicos. As informações contidas nas amostras de solos (pontos 15, 16, 17 e 18), mostram os valores referente aos níveis de argila e areia encontrados. Um perfil arenoso é verificado no ponto 17, que, embora a localidade seja de solo exposto, no entorno existe a grande exploração de pinus, árvores capazes de lançar suas raízes em porções mais profundas na busca de nutrientes, tabelas 08 e 09.

A ocorrência de solos com textura argilosa e arenosa cria um cenário onde alguns solos tem maior capacidade de retenção de umidade e outros uma capacidade menor. Lima *et. al.* (1978), mostra que em solos de uma mesma região climática, as diferenças hidrológicas são devidas às variações da capacidade que os solos apresentam em armazenar água. O solo funciona como um reservatório, atendendo, durante períodos de estiagem, a demanda de água pelas plantas. De uma maneira geral esta disponibilidade de água depende do balanço entre suprimento, decorrente geralmente das precipitações atmosféricas, e da demanda, resultante do processo de evapotranspiração e drenagem. O entendimento dessa dinâmica é muito importante para o setor agrícola, fato nem sempre considerado nos planejamentos formulados.

TABELA 08 - Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Astorga - PR / Irati - PR

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura			Oxidação	CaCl2	Resina	Resina	Resina	Resina	Al ³	Fosfato de Cálcio	Água Quente	DTPA	DTPA	DTPA	DTPA
Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	g/dm³	-	mg/dm³	mmolc/dm³	mmolc/dm³	mmolc/dm³	mmolc/dm³	mg/dm³	mg/dm³	mg/dm³	mg/dm³	mg/dm³	mg/dm³
Solo Exposto	P. 15	0 - 20	21,00	4,40	6,00	2,00	13,00	6,00	2,00	42,00	0,38	5,90	7,00	6,70	0,40
	P. 15	20 - 40	17,00	4,30	8,00	1,20	7,00	3,00	3,00	14,00	0,40	3,80	5,00	4,90	0,40
	P. 15	40 - 60	19,00	4,40	11,00	1,20	8,00	4,00	2,00	13,00	0,70	2,80	3,00	2,30	0,40
	P. 15	60 - 80	15,00	4,40	4,00	0,60	5,00	4,00	2,00	11,00	0,43	1,50	2,00	0,20	0,20
Solo Exposto	P. 16	0 - 20	22,00	4,70	79,00	3,50	66,00	54,00	0,00	42,00	0,59	1,20	28,00	15,00	1,30
	P. 16	20 - 40	12,00	4,40	4,00	2,70	37,00	24,00	12,00	7,00	0,57	1,00	19,00	1,80	0,60
	P. 16	40 - 60	7,00	4,40	2,00	2,10	29,00	18,00	17,00	4,00	0,39	0,60	6,00	0,20	0,50
	P. 16	60 - 80	9,00	4,30	9,00	2,10	31,00	20,00	8,00	3,00	0,48	0,70	9,00	0,20	0,40
Solo Exposto	P. 17	0 - 20	21,00	5,00	2,00	0,70	31,00	26,00	1,00	8,00	0,68	0,60	16,00	0,20	0,30
	P. 17	20 - 40	12,00	4,60	2,00	0,30	7,00	9,00	1,00	24,00	0,41	0,60	11,00	0,20	0,20
	P. 17	40 - 60	10,00	4,40	2,00	0,30	4,00	7,00	2,00	14,00	0,34	0,40	7,00	0,20	0,20
	P. 17	60 - 80	8,00	4,20	2,00	0,30	3,00	4,00	2,00	6,00	0,35	0,40	4,00	0,20	0,20
Solo Exposto	P. 18	0 - 20	36,00	4,00	9,00	1,90	35,00	24,00	10,00	13,00	0,49	0,60	59,00	1,90	0,50
	P. 18	20 - 40	29,00	3,90	2,00	1,80	16,00	14,00	28,00	8,00	0,43	0,40	16,00	0,20	0,20
	P. 18	40 - 60	19,00	4,00	2,00	1,20	8,00	8,00	30,00	17,00	0,44	0,30	5,00	0,20	0,20
	P. 18	60 - 80	12,00	4,10	2,00	1,00	8,00	8,00	28,00	29,00	0,43	0,20	2,00	0,20	0,10

Baixo	Médio	Alto
-------	-------	------

TABELA 09 - Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Astorga - PR / Irati - PR

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg
Solo Exposto	P. 15	0 - 20	544,00	312,00	144,00	856,00
	P. 15	20 - 40	660,00	253,00	87,00	913,00
	P. 15	40 - 60	733,00	207,00	60,00	940,00
	P. 15	60 - 80	716,00	187,00	97,00	903,00
Solo Exposto	P. 16	0 - 20	490,00	199,00	311,00	689,00
	P. 16	20 - 40	426,00	250,00	324,00	676,00
	P. 16	40 - 60	477,00	219,00	304,00	696,00
	P. 16	60 - 80	492,00	242,00	266,00	734,00
Solo Exposto	P. 17	0 - 20	327,00	131,00	542,00	458,00
	P. 17	20 - 40	335,00	86,00	579,00	421,00
	P. 17	40 - 60	337,00	168,00	495,00	505,00
	P. 17	60 - 80	326,00	155,00	519,00	481,00
Solo Exposto	P. 18	0 - 20	453,00	192,00	355,00	645,00
	P. 18	20 - 40	579,00	127,00	294,00	706,00
	P. 18	40 - 60	531,00	121,00	348,00	652,00
	P. 18	60 - 80	443,00	187,00	370,00	630,00

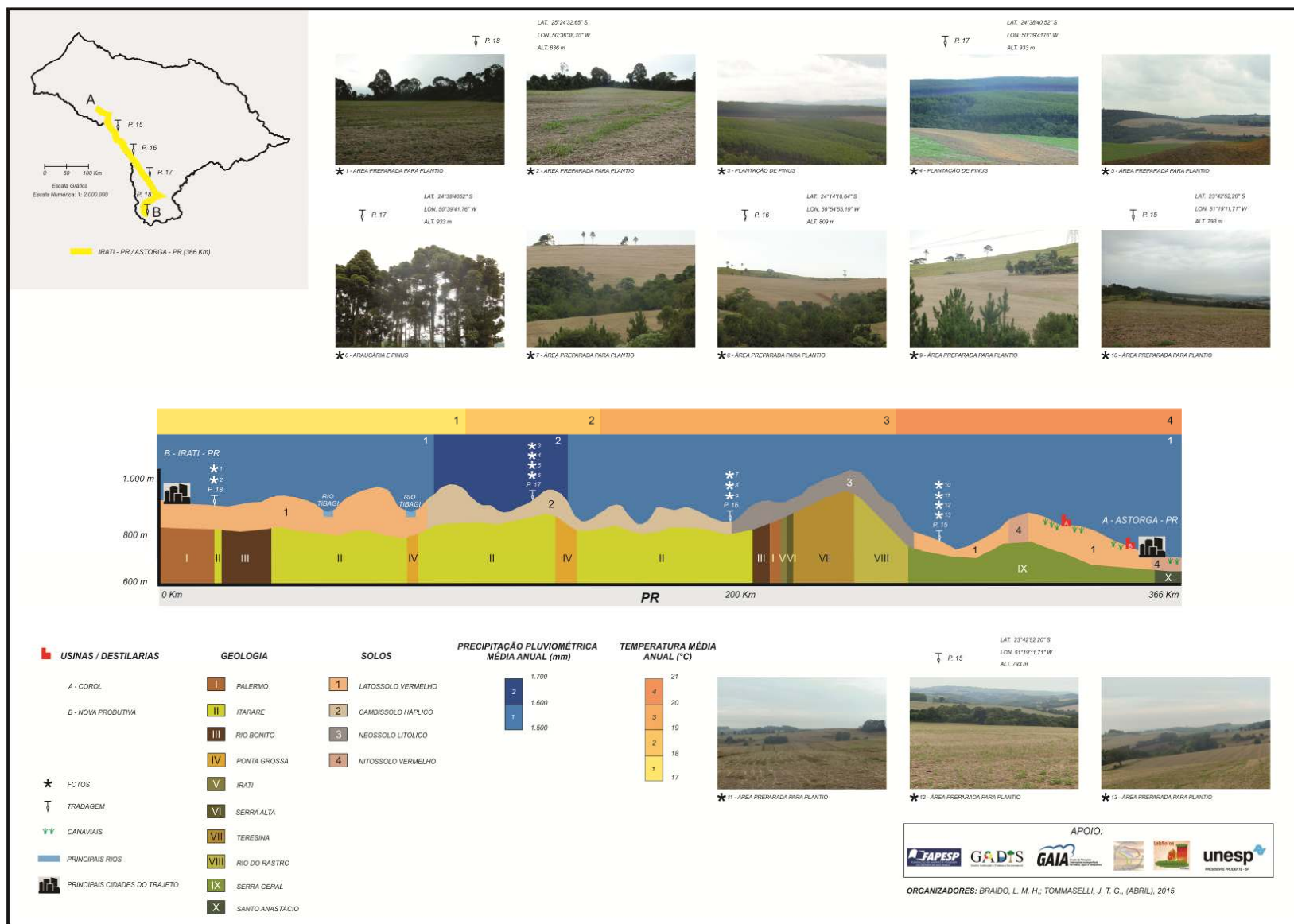


Figura 41 - Análise Sequencial de trajeto - Astorga - PR / Irati - PR

Faz parte do trajeto entre Ourinhos (ponto A) e Presidente Prudente (ponto B) a região com maior ocorrência de canaviais, que são explorados por usinas tais como, São Luiz, São Joaquim, Pyles, duas unidades da Raízen, além das usinas Cocal, Zilor e Atena.

A geologia predominante fica por conta das formações Serra Geral, Vale do Rio do Peixe e Presidente Prudente. Os solos encontrados na região são os Latossolos Vermelhos, os Nitossolos Vermelhos e os Argissolos Vermelho-Amarelos. Todos esses solos são aptos ao desenvolvimento agrícola com níveis de mecanização muito altos.

Nos pontos de coletas de amostras de solos, verifica-se em loco a cultura do milho (no ponto 03) e como mencionado a cana-de-açúcar (pontos 04 e 05). Nas análises físico-químicas, o solo onde está a plantação do milho apresenta horizontes essencialmente argilosos, onde alguns dos macro e micronutrientes são satisfatórios. No entanto, nas áreas de cana, o ponto 04 é arenoso e o ponto 05 apresenta valores intermediários entre argila e areia. Os dados químicos dos solos desses pontos apresentam um relativo equilíbrio comparado com o solo anterior, um perfil argiloso. É característica das usinas de cana-de-açúcar realizar correções e adicionar produtos para a melhoria das condições nutricionais do solo em relação a cana. Assim, não é de se estranhar encontrar nas análises de solos, valores satisfatórios de macro e micronutrientes nos canaviais e valores menos apreciados em outras culturas do entorno, tabelas 10 e 11.

No trajeto em consideração, essencialmente paulista, a variação da precipitação pluviométrica está entre 1.200 mm anuais, nas regiões de Ourinhos e Presidente Prudente, a 1.400 mm anuais na região de Assis. A temperatura varia entre 20 a 23°C, valores considerados ideais para o desenvolvimento vegetativo dos canaviais, figura 42.

Encontra-se nessa porção da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, uma das melhores rodovias do país, a Raposo Tavares (SP - 270), que agiliza a venda de etanol, transportado por caminhões até os centros de revenda. Sobre o transporte da própria cana, os caminhões canavieiros utilizam trechos dessa rodovia, mas grande parte de seus trajetos são por estradas vicinais, onde se encontram as plantações. Um fato importante a mencionar é que o relevo suave da região propicia a esses caminhões canavieiros, levar o máximo de carretas ou Julietas.

TABELA 10 - Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura			Oxidação	CaCl2	Resina	Resina	Resina	Resina	Al ³	Fosfato de Cálcio	Água Quente	DTPA	DTPA	DTPA	DTPA
Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	g/dm ³	-	mg/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³
Milho	P. 03	0 - 20	20,00	5,00	7,00	0,70	28,00	13,00	1,00	7,00	0,63	4,60	15,00	10,90	0,40
	P. 03	20 - 40	17,00	4,90	4,00	0,40	16,00	10,00	1,00	13,00	0,30	3,50	7,00	2,30	0,20
	P. 03	40 - 60	21,00	5,10	2,00	0,30	12,00	10,00	0,00	13,00	0,39	1,80	3,00	0,20	0,10
	P. 03	60 - 80	13,00	5,30	2,00	0,30	10,00	8,00	0,00	16,00	0,43	1,30	2,00	0,20	0,00
Cana-de-açúcar	P. 04	0 - 20	7,00	5,40	7,00	0,90	18,00	7,00	0,00	3,00	0,54	1,00	7,00	0,20	0,40
	P. 04	20 - 40	7,00	5,50	17,00	0,90	15,00	6,00	0,00	4,00	0,35	0,80	5,00	0,20	0,20
	P. 04	40 - 60	5,00	5,60	3,00	0,80	12,00	6,00	0,00	3,00	0,32	1,00	3,00	3,40	0,20
	P. 04	60 - 80	6,00	5,60	2,00	1,00	10,00	6,00	0,00	3,00	0,34	0,70	3,00	0,20	0,10
Cana-de-açúcar	P. 05	0 - 20	18,00	5,00	5,00	0,70	41,00	22,00	1,00	21,00	0,47	7,30	20,00	23,30	0,60
	P. 05	20 - 40	12,00	5,10	3,00	0,40	45,00	21,00	0,00	19,00	0,43	6,60	8,00	10,90	0,30
	P. 05	40 - 60	9,00	4,80	1,00	0,30	33,00	21,00	7,00	15,00	0,53	4,40	3,00	4,00	0,20
	P. 05	60 - 80	10,00	4,80	3,00	0,30	10,00	8,00	8,00	6,00	0,38	4,00	2,00	3,30	0,20

Baixo	Médio	Alto
-------	-------	------

TABELA 11 - Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg
Milho	P. 03	0 - 20	453,00	158,00	389,00	611,00
	P. 03	20 - 40	485,00	146,00	369,00	631,00
	P. 03	40 - 60	536,00	138,00	326,00	674,00
	P. 03	60 - 80	551,00	136,00	313,00	687,00
Cana-de-açúcar	P. 04	0 - 20	206,00	42,00	752,00	248,00
	P. 04	20 - 40	157,00	89,00	754,00	246,00
	P. 04	40 - 60	167,00	93,00	740,00	260,00
	P. 04	60 - 80	153,00	48,00	799,00	201,00
Cana-de-açúcar	P. 05	0 - 20	363,00	135,00	502,00	498,00
	P. 05	20 - 40	416,00	138,00	446,00	554,00
	P. 05	40 - 60	469,00	144,00	387,00	613,00
	P. 05	60 - 80	458,00	119,00	423,00	577,00

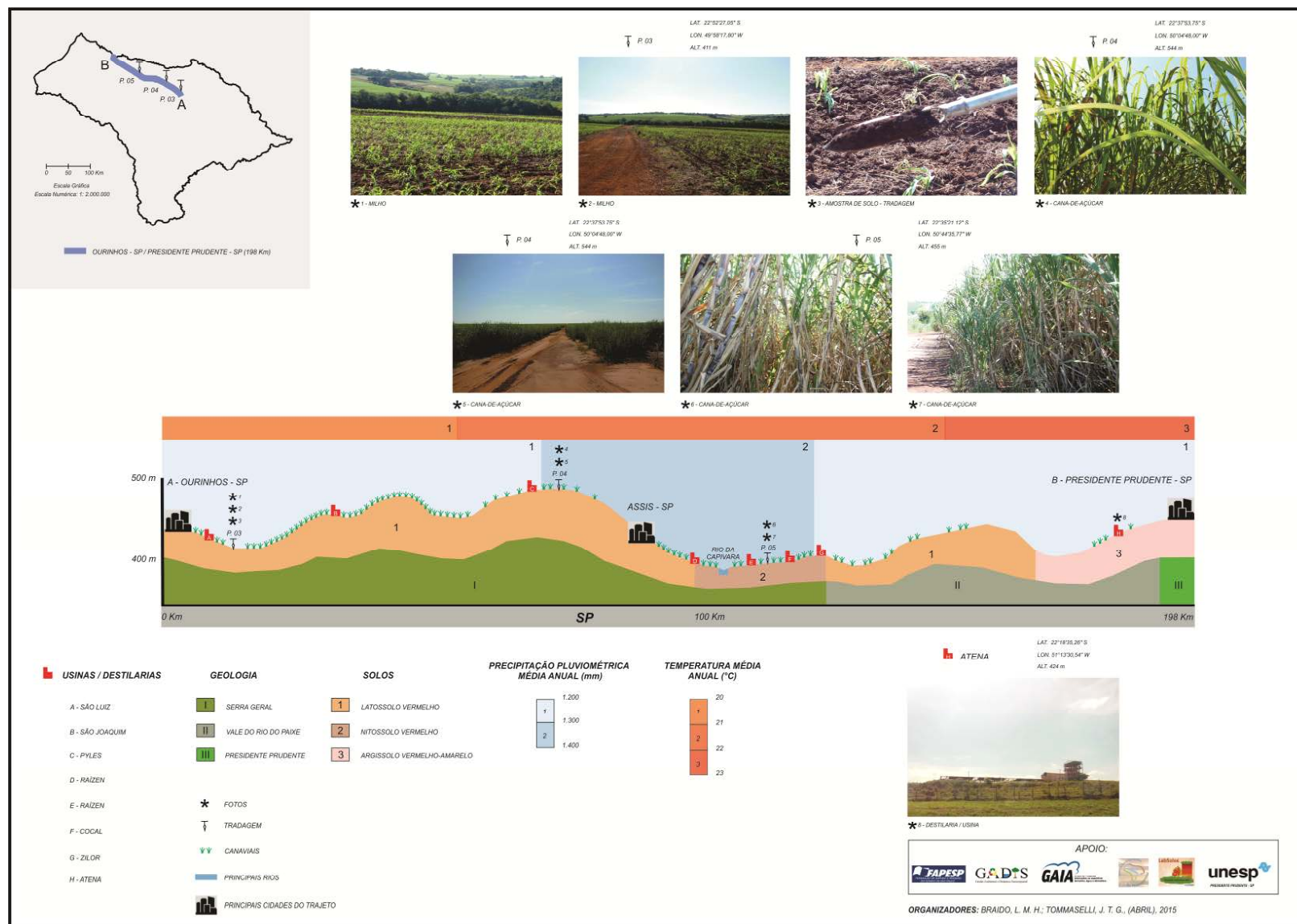


Figura 42 - Análise sequencial de trajeto - Ourinhos - SP / Presidente Prudente - SP

No último trajeto, que sai de Presidente Prudente (ponto A) e vai para Astorga (ponto B), a discussão sobre a expansão da cana-de-açúcar é intensa. Existem opiniões que indicam que a intensiva produção de cana-de-açúcar em solos com texturas expressivamente arenosas impactaria de modo muito negativa a região do ponto de vista ambiental.

São encontrados na área de estudo, Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos. Os dados das análises das amostras de solos nos pontos onde ocorrem os canaviais (pontos 07, 08, 09, 11, 13 e 14), não sugerem uma piora acentuada dos níveis de macro e micro nutrientes em relação a outras culturas e principalmente em relação aos pontos de pastagens, muito frequentes no trajeto, tabelas 12 e 13.

Não é sugerido nessa tese a produção da cana-de-açúcar como alternativa econômica para a região, mas o constante manejo das áreas realizado por uma usina tem seus pontos positivos. Pode-se citar como exemplo, o cuidado em não deixar que grandes erosões se desenvolvam. Quando constatada em estágios iniciais, logo a usina envia maquinários para corrigir o caminho que a água faz, impedindo que a erosão aumente. Também são aplicadas técnicas de terraceamento e de armazenamento de água importantes para o controle erosivo. A intenção em tudo isso é preservar a produtividade. O fato de ter recurso financeiro, possibilita o manejo mais eficiente das áreas, o que nem sempre é o caso dos donos de pastagens onde os processos erosivos de algumas áreas se intensificam. São encontrados no lado paulista do trajeto duas unidades da Usina Odebrecht.

As formações geológicas predominantes são: a formação Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente, Goierê e Serra Geral. Também são característicos a variação da precipitação pluviométrica, que sai de níveis de 1.200 a 1.300 mm anuais na vertente paulista, para 1.400 a 1.600 mm anuais na vertente paranaense, figura 43.

Visto que há ainda nesse trajeto muitas áreas disponíveis para a expansão da cultura da cana-de-açúcar e de outras, faz-se necessário um planejamento detalhado por parte do governo, para orientar o processo econômico da região. No caso da cana, o planejamento apresentado pelo Zoneamento Agroecológico da cana foi um caminho já traçado pelo governo federal.

TABELA 12 - Resultado da análise química dos solos para as amostras coletadas no trajeto Presidente Prudente - SP / Astorga - PR

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	Oxidação g/dm³	CaCl2 -	Resina mg/dm³	Resina mmolc/dm³	Resina mmolc/dm³	Resina mmolc/dm³	Al ³ mmolc/dm³	Fosfato de Cálcio mg/dm³	Água Quente mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³	DTPA mg/dm³
Pastagem	P. 06	0 - 20	11,00	5,10	2,00	3,50	21,00	16,00	0,00	3,00	0,37	1,10	37,00	11,50	0,80
	P. 06	20 - 40	6,00	5,30	3,00	2,30	15,00	8,00	0,00	5,00	0,28	0,60	16,00	3,90	0,40
	P. 06	40 - 60	5,00	5,40	2,00	2,60	27,00	19,00	0,00	4,00	0,46	0,70	22,00	2,70	0,30
	P. 06	60 - 80	5,00	5,30	3,00	7,70	24,00	38,00	0,00	3,00	0,58	0,80	25,00	1,70	0,20
Cana-de-açúcar	P. 07	0 - 20	8,00	5,50	7,00	0,80	19,00	12,00	0,00	4,00	0,45	0,60	7,00	1,50	0,50
	P. 07	20 - 40	7,00	6,10	2,00	0,40	15,00	12,00	0,00	3,00	1,58	0,70	6,00	0,50	0,20
	P. 07	40 - 60	4,00	6,10	3,00	0,70	8,00	8,00	0,00	6,00	0,77	0,50	3,00	0,20	0,10
	P. 07	60 - 80	6,00	6,20	3,00	0,50	9,00	9,00	0,00	5,00	0,41	0,60	3,00	0,20	0,10
Cana-de-açúcar	P. 08	0 - 20	11,00	5,20	9,00	0,70	4,00	3,00	1,00	3,00	0,32	0,80	19,00	4,00	1,60
	P. 08	20 - 40	9,00	5,00	4,00	0,90	3,00	3,00	0,00	4,00	0,50	0,70	23,00	1,40	1,00
	P. 08	40 - 60	9,00	4,90	3,00	0,80	4,00	3,00	0,00	4,00	0,38	1,00	22,00	0,20	0,40
	P. 08	60 - 80	8,00	4,90	3,00	0,60	4,00	2,00	0,00	4,00	0,18	1,00	15,00	0,20	0,20
Pastagem	P. 09	0 - 20	17,00	5,20	3,00	0,60	32,00	4,00	0,00	3,00	0,53	1,00	16,00	51,20	2,00
	P. 09	20 - 40	10,00	5,30	5,00	0,40	19,00	2,00	0,00	4,00	0,36	1,10	10,00	20,50	0,90
	P. 09	40 - 60	7,00	5,10	2,00	0,30	18,00	3,00	0,00	2,00	0,38	1,70	7,00	14,20	0,40
	P. 09	60 - 80	6,00	5,00	2,00	0,20	9,00	3,00	0,00	5,00	0,41	1,60	4,00	5,50	0,40
Pastagem	P. 10	0 - 20	18,00	5,20	6,00	1,10	28,00	12,00	0,00	4,00	0,45	3,10	11,00	12,60	2,50
	P. 10	20 - 40	10,00	5,30	4,00	0,60	19,00	6,00	0,00	2,00	0,29	2,20	8,00	7,90	1,50
	P. 10	40 - 60	6,00	5,30	3,00	0,30	16,00	4,00	0,00	3,00	0,38	1,60	4,00	3,20	0,50
	P. 10	60 - 80	6,00	5,40	2,00	0,20	15,00	3,00	0,00	4,00	0,33	1,10	2,00	1,50	0,30

			M.O.	pH2	P	K	Ca	Mg	Al ³	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	Oxidação g/dm ³	CaCl2 -	Resina mg/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Resina mmolc/dm ³	Al ³ mmolc/dm ³	Fosfato de Cálcio mg/dm ³	Água Quente mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³	DTPA mg/dm ³
Cana-de-açúcar	P. 11	0 - 20	7,00	5,70	39,00	0,20	17,00	5,00	0,00	2,00	0,43	0,60	3,00	9,00	0,50
	P. 11	20 - 40	9,00	6,00	4,00	0,20	17,00	3,00	0,00	7,00	0,47	0,50	4,00	11,90	0,60
	P. 11	40 - 60	6,00	6,10	5,00	0,20	14,00	5,00	0,00	2,00	0,38	0,80	3,00	6,80	0,50
	P. 11	60 - 80	7,00	5,80	4,00	0,20	9,00	4,00	0,00	3,00	0,36	0,70	2,00	2,60	0,20
Pastagem	P. 12	0 - 20	9,00	5,20	3,00	0,40	4,00	2,00	2,00	6,00	0,32	1,60	29,00	3,50	0,30
	P. 12	20 - 40	7,00	4,70	1,00	0,20	2,00	2,00	2,00	4,00	0,26	1,50	20,00	0,20	0,30
	P. 12	40 - 60	5,00	4,10	2,00	0,10	1,00	1,00	3,00	6,00	0,36	1,20	12,00	0,20	0,30
	P. 12	60 - 80	5,00	4,00	2,00	0,10	1,00	1,00	3,00	6,00	0,35	0,90	7,00	0,20	0,20
Cana-de-açúcar	P. 13	0 - 20	22,00	5,00	13,00	2,20	51,00	30,00	0,00	8,00	1,25	4,00	8,00	10,50	0,60
	P. 13	20 - 40	12,00	5,00	4,00	0,80	36,00	23,00	0,00	6,00	0,67	4,90	5,00	3,80	0,20
	P. 13	40 - 60	10,00	5,00	4,00	0,60	34,00	21,00	0,00	4,00	0,62	4,30	3,00	0,60	0,20
	P. 13	60 - 80	9,00	5,70	3,00	0,60	25,00	13,00	0,00	2,00	0,75	2,80	2,00	0,20	0,20
Cana-de-açúcar	P. 14	0 - 20	12,00	5,10	5,00	0,70	11,00	7,00	1,00	7,00	0,47	2,70	55,00	7,80	1,40
	P. 14	20 - 40	6,00	4,60	3,00	0,90	7,00	4,00	2,00	8,00	0,33	2,00	24,00	6,00	0,80
	P. 14	40 - 60	4,00	4,50	1,00	0,40	4,00	2,00	3,00	5,00	0,40	1,30	8,00	1,30	0,30
	P. 14	60 - 80	5,00	4,50	2,00	0,30	3,00	2,00	2,00	5,00	0,35	0,90	6,00	0,20	0,20

Baixo	Médio	Alto
-------	-------	------

TABELA 13 - Resultado da análise física dos solos para as amostras coletadas no trajeto Presidente Prudente - SP / Astorga - PR

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg	HMFS + NaOH g/kg
Pastagem	P. 06	0 - 20	106,00	83,00	811,00	189,00
	P. 06	20 - 40	92,00	55,00	853,00	147,00
	P. 06	40 - 60	111,00	108,00	781,00	219,00
	P. 06	60 - 80	170,00	121,00	709,00	291,00
Cana-de-açúcar	P. 07	0 - 20	152,00	47,00	801,00	199,00
	P. 07	20 - 40	157,00	69,00	774,00	226,00
	P. 07	40 - 60	210,00	56,00	734,00	266,00
	P. 07	60 - 80	198,00	44,00	758,00	242,00
Cana-de-açúcar	P. 08	0 - 20	80,00	89,00	831,00	169,00
	P. 08	20 - 40	134,00	55,00	811,00	189,00
	P. 08	40 - 60	127,00	65,00	808,00	192,00
	P. 08	60 - 80	120,00	102,00	778,00	222,00
Pastagem	P. 09	0 - 20	160,00	78,00	762,00	238,00
	P. 09	20 - 40	184,00	61,00	755,00	245,00
	P. 09	40 - 60	260,00	81,00	659,00	341,00
	P. 09	60 - 80	245,00	105,00	650,00	350,00

			Argila	Silte	Areia Total	Silte + Argila
Cultura			HMFS + NaOH	HMFS + NaOH	HMFS + NaOH	HMFS + NaOH
Estabelecida	Ponto	Prof. (cm)	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Pastagem	P. 10	0 - 20	173,00	82,00	745,00	255,00
	P. 10	20 - 40	227,00	79,00	694,00	306,00
	P. 10	40 - 60	256,00	119,00	625,00	375,00
	P. 10	60 - 80	253,00	83,00	664,00	336,00
Cana-de-açúcar	P. 11	0 - 20	109,00	48,00	843,00	157,00
	P. 11	20 - 40	72,00	101,00	827,00	173,00
	P. 11	40 - 60	121,00	62,00	817,00	183,00
	P. 11	60 - 80	136,00	37,00	827,00	173,00
Pastagem	P. 12	0 - 20	196,00	69,00	735,00	265,00
	P. 12	20 - 40	229,00	77,00	694,00	306,00
	P. 12	40 - 60	200,00	126,00	674,00	326,00
	P. 12	60 - 80	183,00	110,00	707,00	293,00
Cana-de-açúcar	P. 13	0 - 20	500,00	85,00	415,00	585,00
	P. 13	20 - 40	531,00	104,00	365,00	635,00
	P. 13	40 - 60	532,00	117,00	351,00	649,00
	P. 13	60 - 80	540,00	118,00	342,00	658,00
Cana-de-açúcar	P. 14	0 - 20	195,00	97,00	708,00	292,00
	P. 14	20 - 40	242,00	78,00	680,00	320,00
	P. 14	40 - 60	271,00	112,00	617,00	383,00
	P. 14	60 - 80	236,00	94,00	670,00	330,00

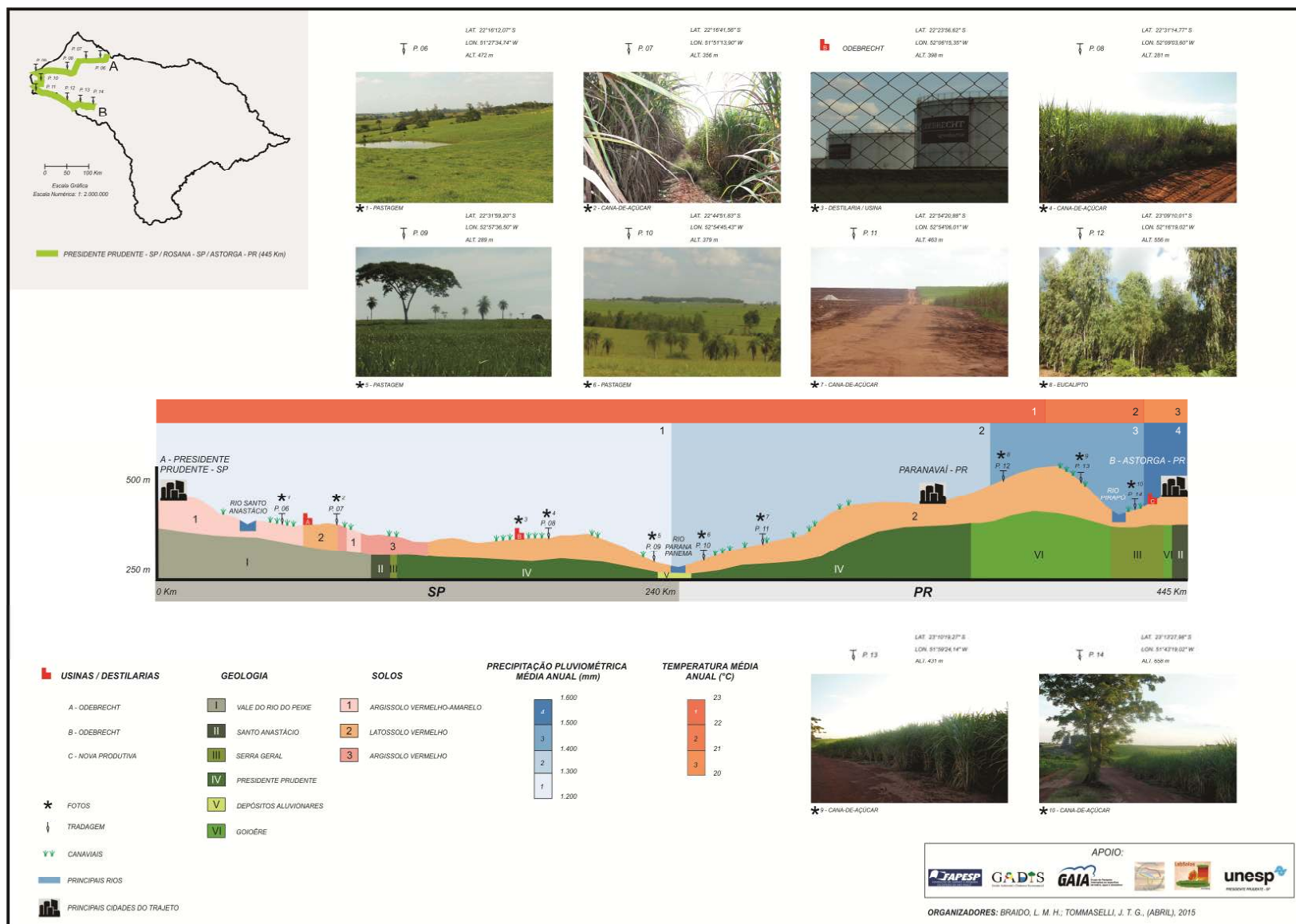


Figura 43 - Análise sequencial de trajeto - Presidente Prudente - SP / Astorga - PR

Através da análise sequencial de trajetos, o entendimento da interação ambiental entre os principais elementos considerados nesse estudo, o clima, os solos e o relevo, é facilitado em relação a cultura estudada, a cana-de-açúcar. Para tornar os conhecimentos sobre a produção canavieira mais completos, o próximo passo, foi a aplicação do balanço hídrico.

No setor agrícola, como na produção da cana-de-açúcar, que depende muito da precipitação 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.

Para Ranzani (1963) o armazenamento de água no solo, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular das espécies vegetais, representa um dado de grande interesse quando se pretende conhecer as relações entre solo, planta e clima. O procedimento técnico para se estimar o valor de armazenamento de água no solo é o balanço hídrico.

A fim de se obter resultados mais compatíveis com a realidade, foram delimitados 6 setores de precipitação pluviométrica e de temperatura. São nos setores 1, 2, 3 e, parcialmente no 4, conforme já constatado, onde a cultura da cana-de-açúcar tem condições mais efetivas de expandir suas áreas de cultivo. O próximo passo dado foi a sobreposição dos setores ao mapa de solos, tendo em vista a aplicação do balanço hídrico, figuras 44 e 45.

A espacialização dos resultados do balanço hídrico ajudam a determinar novas direções para a expansão da cultura da cana-de-açúcar, ajuda a saber onde instalar novas usinas e favorece a análise das perspectivas futuras de produção na bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

É importante mencionar que a linha de temperatura que divide os setores é também a linha que limita o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Dessa indicação em diante também é sentida a mudança brusca do relevo, com o aumento significativo das altitudes.

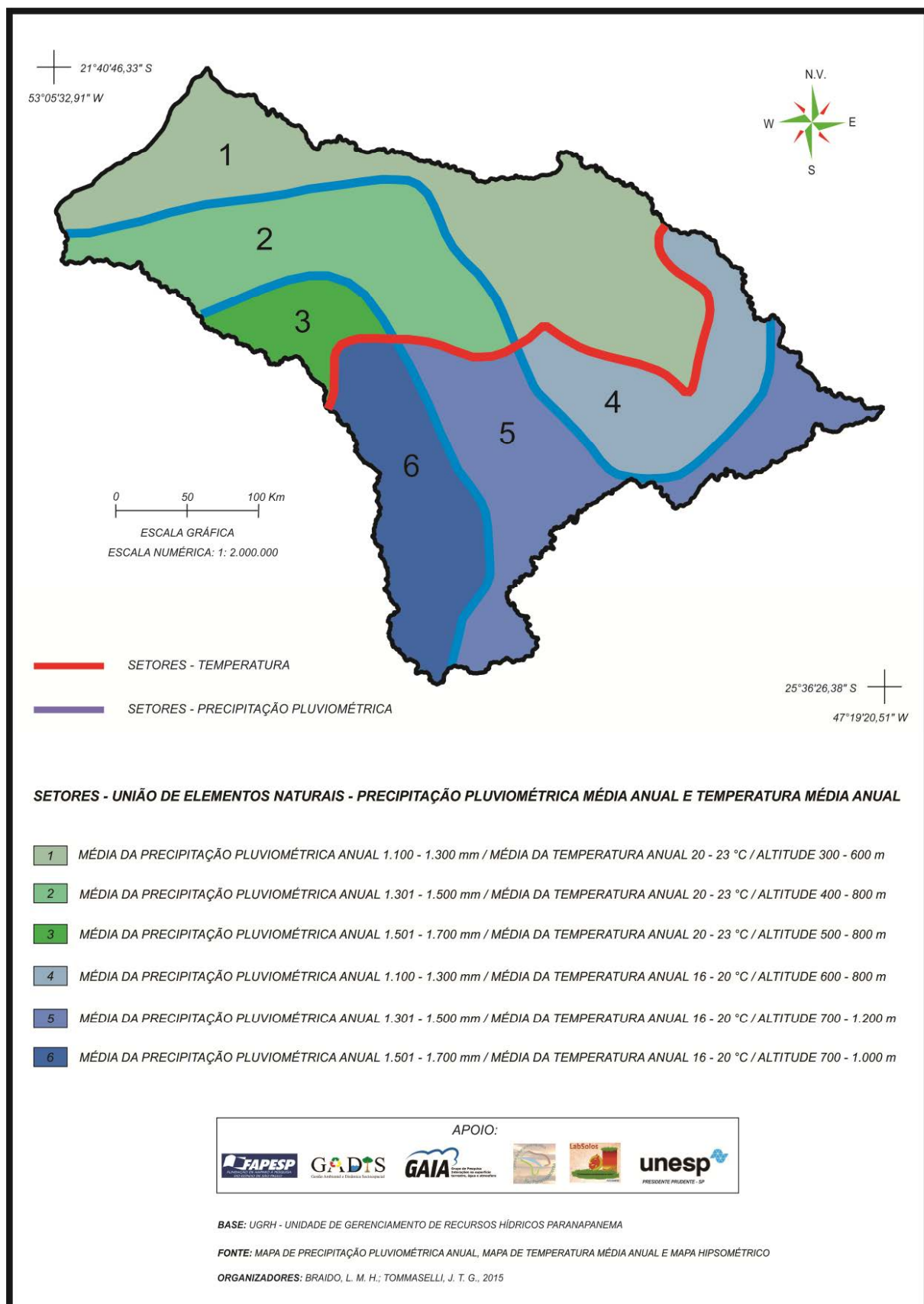


Figura 44 - Setorização estabelecida através das precipitações pluviométricas e das temperaturas médias anuais da bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP

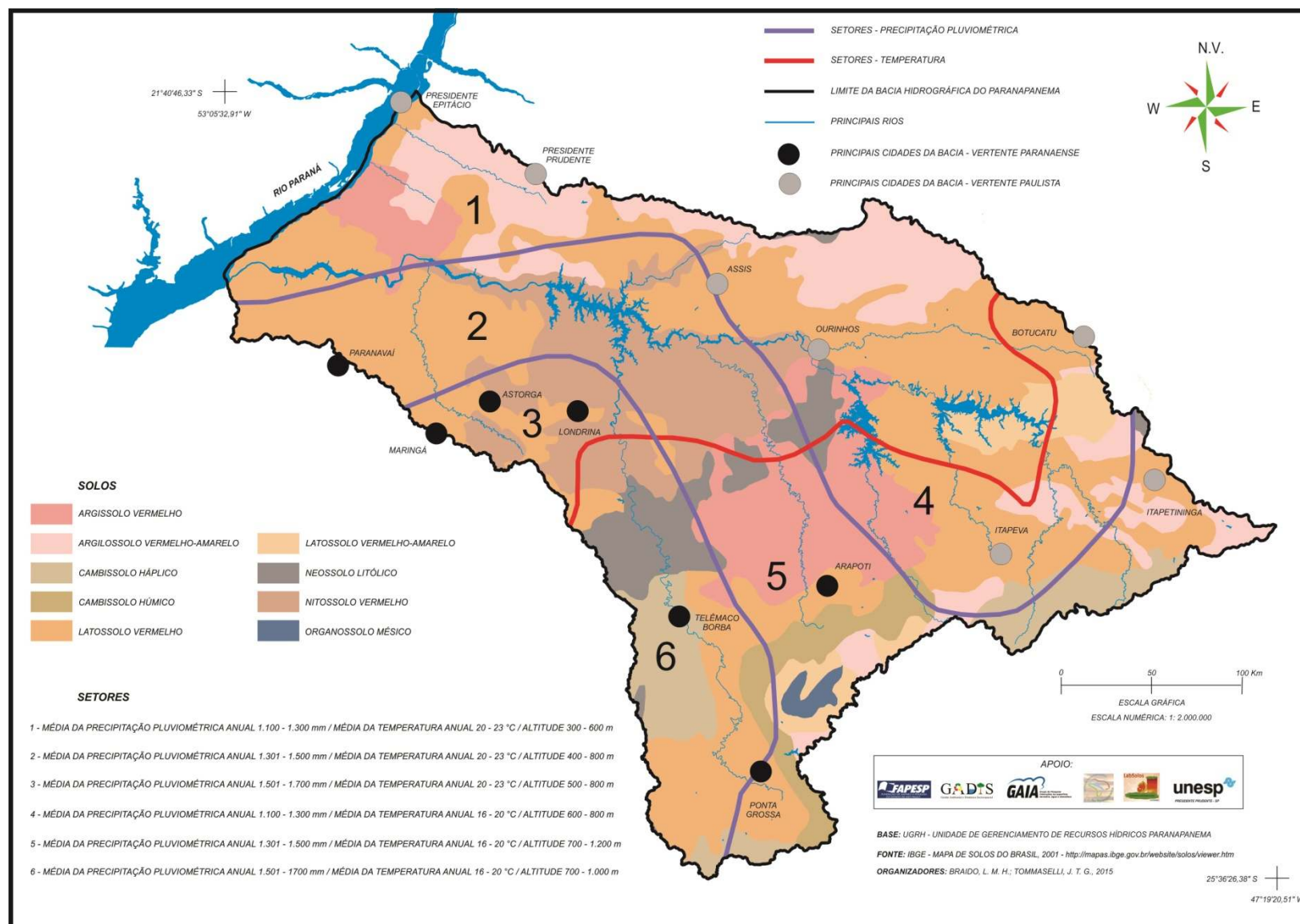


Figura 45 - Setorização sobreposta ao mapa de solos para a aplicação do balanço hídrico

Os menores valores de excedentes hídricos para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, com dados médios da série histórica de precipitação pluviométrica e temperatura de 1970 a 2010, revelam que os menores valores de excedentes hídricos são encontrados no setor 1, seguido pelo setor 2, 6 e 3. Os maiores valores de excedentes hídricos são encontrados nos setores 4 e 5.

O balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955) também revelou que os maiores índices de deficiências hídricas estão no setor 1, seguido dos setores 2, 3, 4, 5 e 6. No entanto, fato interessante é que no mesmo setor 1, onde estão as maiores deficiências e menores excedentes, é também onde encontram-se os maiores valores de produção e expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar. Os valores apresentados, principalmente de deficiência hídrica (de 40 a 60 mm), não são intensos o bastante para impactar negativamente a cultura da cana-de-açúcar na região.

Por outro lado, nos setores 2 e 3, onde os valores de excedentes hídricos são maiores, é provável que em anos em que as precipitações pluviométricas estiverem abaixo da média, a resistência da cultura da cana-de-açúcar será maior, em comparação com o setor 1.

A proposta desse trabalho, de espacialização dos valores de excedentes e deficiências hídricas para a área de estudo, identifica áreas com os maiores riscos quanto a perdas das safras agrícolas, principalmente safras de cana-de-açúcar. Portanto, os maiores índices de deficiências e os menores índices de excedentes se encontram na porção norte da bacia, figuras 46 e 47.

O modelo apresentado para espacialização de excedentes e deficiências hídricas tem como vantagem a visualização das áreas mais críticas quanto às deficiências e as que menos oferecem problemas para o desenvolvimento de culturas agrícolas, dentre elas a cana-de-açúcar. Por outro lado, o conhecimento de onde se concentram os excedentes pode ser alvo de boas produções agrícolas, por isso, os órgãos competentes podem delimitar tais áreas para fins de planejamento. Esse planejamento pode ajudar a determinar qual deve ser a ocupação das áreas e quais atividades são as mais adequadas ou que tipos de culturas podem ser utilizadas de acordo com a oferta que a região apresenta de excedentes e deficiências hídricas.

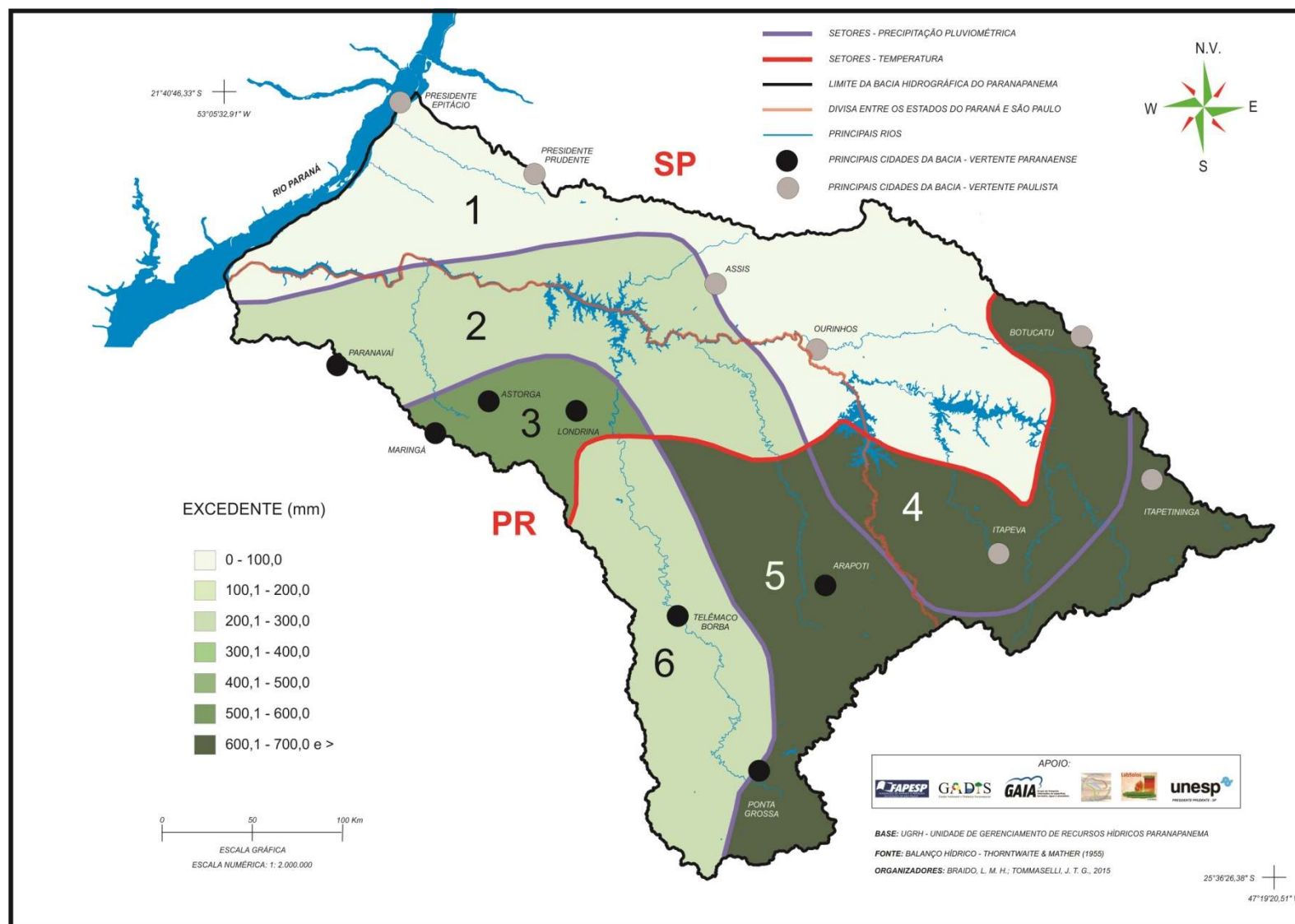


Figura 46 - Excedentes hídricos espacializados (dados climáticos 1970 - 2010) para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema PR / SP

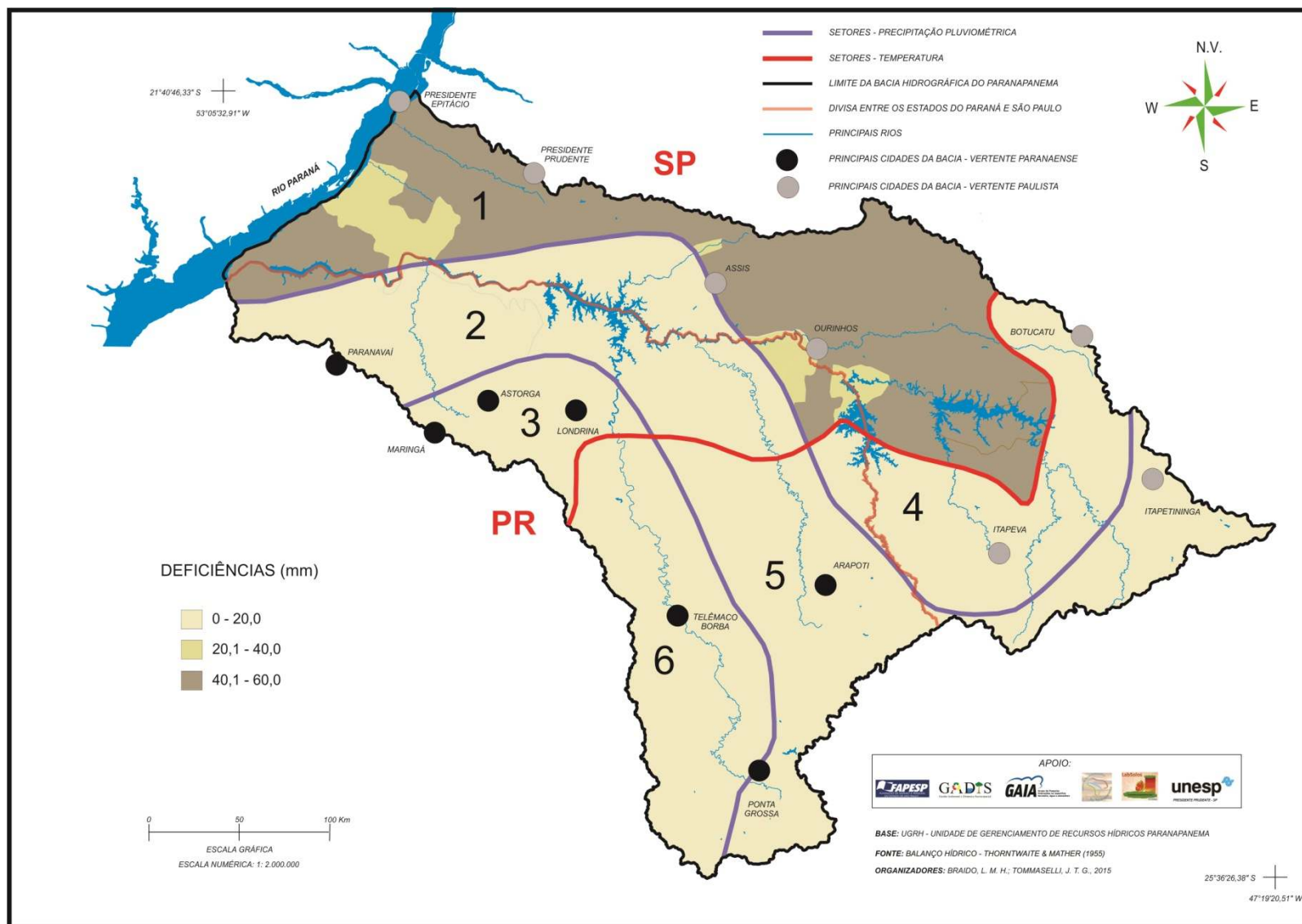


Figura 47 - Deficiências hídricas espacializadas (dados climáticos 1970 - 2010) para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema PR / SP

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos climáticos e edafológicos de territórios revelam quais porções são mais produtivas. O resultado de estudos dessa magnitude sempre ajudarão no planejamento das ações. As características climáticas atuantes, a média anual de chuvas para as diferentes porções de um área em consideração (quais as regiões com maior e menor temperatura, altitudes e quais possuem solos com os maiores e menores valores de excedentes e deficiências hídricas) são fundamentais para entender qual será o tipo de atividade agrícola mais adequada aos diferentes locais.

A tentativa de apresentar uma proposta para análise da produção da cana-de-açúcar através de uma identificação sequencial de trajetos, bem como os efeitos resultantes dessa produção para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, apoiado na abordagem do geocomplexo, demonstrou a importância da consideração dos elementos da natureza em conjunto no processo de ocupação das áreas. Associada a aplicação do balanço hídrico, a ideia de incorporar o geocomplexo foi fator chave para a compreensão da produção canavieira na bacia, explicitando as características da natureza e os mecanismos da sociedade que contribuem para o entendimento do tema estudado. De fato, a tese defendida nesse estudo foi que o geocomplexo realmente está qualificado para explicar a variabilidade da cultura da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

Foi possível verificar também alguns dos motivos pelo qual algumas áreas da bacia, mesmo com fatores ambientais favoráveis, não tem expansão da cultura da cana-de-açúcar como em outras regiões menos favoráveis. Uma das hipóteses levantadas é que o fator econômico tem ditado esse processo. Realmente nota-se que outras culturas que concorrem com a cana no mercado interno e externo, em determinados tipos de solos (principalmente em manchas de Nitossolo Vermelho), tem melhor preço. Além disso, a localização das usinas também é fator de impacto nessa questão, pois as plantações devem estar dentro de seu raio de atuação.

As imagens de satélites do estudo CANASAT comprovam a expansão da cana-de-açúcar nos Estados do Paraná e sobretudo em São Paulo. A revitalização do Proálcool no Brasil foi uma ação do governo e gera até hoje esse tipo de resultado. O preço cada vez mais elevado dos combustíveis fósseis e o contínuo conflito armado nas regiões produtoras de petróleo torna os agrocombustíveis a

alternativa mais viável de produção em larga escala. Enquanto que no resto do mundo programas de produção de etanol ainda estão sendo implantados, no Brasil há em estágio avançado de desenvolvimento técnico a produção de agrocombustíveis a partir da cana-de-açúcar.

Mais do que a exportação de agrocombustíveis, o país tem condições de ser um grande fornecedor global desse produto, lucrando também com a venda da tecnologia envolvida, legislação ambiental e os conhecimentos logísticos envolvidos na cadeia produtiva. De fato, no Brasil, o setor responsável pela produção de agrocombustíveis já é nomeado como setor agroenergético, devido sua importância como alternativa na busca de novas fontes de energia.

Tirando a região sul da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, onde o relevo e as baixas temperaturas limitam o desenvolvimento da cana-de-açúcar, a expansão da cultura rumo para direções geográficas propícias. Destacam-se dentre essas regiões o oeste paulista como fragmento de espaço geográfico atraente para a anexação de novas áreas na produção de cana-de-açúcar. A dinâmica criada com esse fluxo de atividades econômicas e sociais merece ser estudada mais profundamente. Por exemplo, alguns estudos já indicam que a expansão da atividade canavieira ocasiona mudanças na atividade pecuária bovina de corte, até então tradicional na ocupação das terras regionais no oeste paulista. Com os maiores rendimentos dos canaviais no uso das terras do que na pecuária extensiva, há um deslocamento dos pecuaristas regionais para áreas de terras mais baratas, principalmente as recém desmatadas no centro-oeste e norte do país, fato que merece uma abordagem e discussão mais aprofundadas. Estudos relativos ao transporte de sedimentos das áreas de canaviais para os rios também são uma fonte valiosa de informações que favorecem ou não a expansão do setor agroenergético, comparados a outras culturas praticadas.

Portanto, em estudos relativos ao meio ambiente, com suas implicações sobre a sociedade, a integração dos elementos da natureza precisam ser considerados. O geocomplexo foi um dos caminhos apresentados como proposta de compreensão do meio físico para compreender os processos produtivos praticados na área de estudo da tese, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, principalmente na expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. **Os Baixos Chapadões do Oeste Paulista**. Geomorfologia. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, n.17, p. 1-8, 1969.
- ABREU, D. S. Comunicação entre o sul de Mato Grosso e o sudeste de São Paulo: o comércio de gado. **Revista de História**. São Paulo, v. 53, n. 105, p. 191-214, jan/mar 1976.
- ADAMI, M. MELLO, M. P.; AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SOUZA, A. F. de. A web platform development to perform thematic accuracy assessment of sugarcane mapping in south-central Brazil. **Remote Sens**. 4, 2012, p. 3201 - 3214.
- ARAÚJO JR., A. A. de; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X. de; CARDOSO, L. G. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do rio Capivara - Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. **Revista Irriga**. Botucatu, São Paulo, v. 7, nº 2, 2002, p. 106 - 121.
- BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo matemático-fisiológico de estimativa**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Física e Meteorologia – ESALQUSP. Piracicaba, 1993. 142 f.
- BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. Climatologia e a cana-de-açúcar. Araras: PLANALSUCAR – Coordenadoria Regional Sul – COSUL. **Climatologia**, 1997, p. 1-22.
- BELIK, W. Agroindústria e política agroindustrial no Brasil. IN: RAMOS, P. (Org.). **Dimensões do agronegócio brasileiro**: Políticas, instruções e perspectivas. Ed. MDA, Brasília, DF, 2007, 360 p.
- BEREZUK, A. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Eventos climáticos extremos no oeste paulista e norte do Paraná, nos anos de 1997, 1998 e 2001. **Revista Brasileira de Climatologia** / Associação Brasileira de Climatologia (ABCLIMA), v.2, Presidente Prudente, 2006, p. 9-22.

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.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista:** uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) Unesp – Rio Claro, 2000, 264 p.

BRASIL, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. **Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo.** Departamento de Águas e Energia Elétrica. Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo, 1972, 83 p.

BRASIL, Águas Paraná. **UGRH Paranapanema.** 2010, 126 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cana-de-açúcar.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 09 jan 2014.

BRASIL, Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** v. 1. Brasília: Conab. 2015, 38 p.

CABO, A. R. Planejamento regional: Conceitos e modelos do ordenamento territorial. IN: FERREIRA, F. **Planejamento sim e não.** São Paulo: Paz e Terra, 1992, p. 15 - 60.

CANASAT. Monitoramento da cana-de-açúcar. **Mapa de cultivo.** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/cultivo.html>>. Acesso em: 26 dez 2015.

CARPI JR. S.; LEAL, A. C. Mapeamento de riscos ambientais e planejamento participativo no manancial rio Santo Anastácio - UGRHI Pontal do Paranapanema - São Paulo. **Revista Geonorte.** Manaus, Amazonas. Edição Especial. v. 3, nº 4, 2012, p. 1.069 - 1.081.

CARVALHO, W. A. Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Santo Anastácio. **Boletim Científico nº2.** 1 e 2 vol. Presidente Prudente, 1977, 490 p.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza:** Estudos para uma sociedade sustentável. 3º ed. Ed. Cortez, São Paulo, 2001, 429 p.

CASTRO, P.R.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A.F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar**: Controle biológico. 1.ed. Maceió: Insecta, 2005. p.3-48.

CBH-PARANAPANEMA. **Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Paranapanema**. 2015. Disponível em: <<http://paranapanema.org/>>. Acesso em: 21 mai 2015.

CTC. CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Sustentabilidade da Produção Agrícola da Cana de açúcar**. Piracicaba: CTC. 2004.

DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; GRACIANO, P.A. Efeito da densidade de plantio em duas variedades de cana-de-açúcar. In: Congresso nacional de sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil - STAB, 7, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 1999, p. 137-140.

DIAS, M. C. A. **Mudanças e permanências em unidades de conservação: Uma análise dos parques estaduais do rio do Peixe e do rio Aguapeí**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP - Presidente Prudente - SP, 2012, 71 p.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. 3° ed. Ed. Hucitec, São Paulo, 1994, 169 p.

DILLEWIJN, C. Van. Botany of sugarcane. Waltham: **Chronica Botanica**, 1952. 371p.

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

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA - SPI, 2009, 412 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009, 55 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relação entre cultura e clima**. Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_10_711200516716.html>. Acesso em 26 dez 2015.

FERRARI LEITE, J. **A Alta Sorocabana e o espaço polarizado de Presidente Prudente**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente, 1972, 249 p.

FERRARI LEITE, J. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. Hucitec: Fundação UNESP. São Paulo, 1998 [1981], 202 p.

FONSECA, V. O Norte do Paraná. In: O observador econômico financeiro, ano XVIII, nº 211, set / 1953. in: TOMAZI, N. D. **Certeza de lucro e direito de propriedade: O mito da Companhia de Terras Norte do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Unesp, Assis, 1989, 254 p.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1989, 147 p.

GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Ed. Bertrand Brasil, São Paulo, 1985, 367 p.

GREGORY, V. Os eurobrasileiros e o espaço colonial: Migrações no oeste do Paraná (1940 – 1970). Cascavel: **Edunioeste**, 2002, cap 2. Paraná, território e população, p. 64 – 103.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Solos do Brasil na escala 1:5.000.000 (2001)**. Disponível em:

<<http://mapas.ibge.gov.br/website/solos/viewer.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

ITAIPU BINACIONAL. **Rio Paraná**. Disponível em:

<<http://www.itaipu.gov.br/energia/rio-parana>>. Acesso em: 27 dez 2013.

JONG VAN LIER, Q. de. Índices da disponibilidade de água para as plantas. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R (eds). **Tópicos de ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2000, 352 p.

LARACH, J. O. I.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. de; HOCHMULER, D. P.; FASOLO, P. J.; RAUEN, M. de J. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Tomo I. **Boletim Técnico nº57**. Curitiba, Embrapa – SNCS/SUDESUL/IAPAR, 1984, 788 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2002, 178 p.

LIMA, J. J.; CORSINI, P. C.; POLITANO, W. Condições hídricas de solos dispostos em uma topossequência no município de Rio Branco – AC. **Revista Científica**, Botucatu, 6:53-60, 1978.

LOMBARDI NETO, F. e BERTONI, J. Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico, 28**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1975, 12 p.

LOPES, A. Y. D. P. **Pioneiros do capital**: A colonização do Norte do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo - USP, 1982.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3º ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002, 438 p.

MAIA, P. A. Expansão territorial do Brasil colonial: O bandeirismo. In: ODÁLIA, N.; CALDEIRA, J. R. de C. (Orgs.) **História do Estado de São Paulo**. Ed. UNESP. 2010, 504 p.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: Castro, P. R. C.; Ferreira, S. O.; Yamada, T. (Ed.). **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba: Potafós, 1987. p.113-118.

MARQUES DE SAES, F. A. O Estado de São Paulo no século XX: Café, indústria e finanças na dinâmica da economia paulista. In: ODÁLIA, N.; CALDEIRA, J. R. de C. (Orgs.) **História do Estado de São Paulo**. Ed. UNESP. 2010, 504 p.

MATOS, O. N. de. **A evolução cafeeira em São Paulo**. São Paulo: Alfa-Omega, 1974.

METEOROLOGIA SINÓTICA. **Zona de convergência do atlântico sul**. Universidade de São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Departamento de Ciências Atmosféricas, 2010. Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA14/AULA14.HTML>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil** (contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil). São Paulo: IGEOG/USP, 1969. 68 p. (Série Teses e Monografias, 1).

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no oeste de São Paulo**. São Paulo. IGEOG/USP, 1973.

NOVA CANA. **Etanol (Álcool)**: Tudo sobre esse biocombustível. 2015. Disponível em: <<http://www.novacana.com/etanol/>>. Acesso em: 22 mai 2015.

NOVA CANA. **Métodos de Correção do Solo**. 2015. Disponível em: <http://www.cana.com.br/afocapi/METODOS_DE_CORRECAO_DO_SOLO.pdf>. Acesso em: 27 mai 2015.

ODÁLIA, N.; CALDEIRA, J. R. de C. (Orgs.) **História do Estado de São Paulo**. Ed. UNESP. 2010, 504 p.

OLIVEIRA, J. B. e BERG, M. Van Den. Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras. **Boletim Técnico**, 102. II Memorial Descritivo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1985, 60 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.

OLIVEIRA, A.U. Barbárie e Modernidade: as transformações no campo e o agronegócio no Brasil. **Revista Terra Livre**, Ano 19, v.2, n.21, p.113-156, jul./dez. 2003.

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

PANZUTTI, R. Transformações do cooperativismo agrícola no estado de São Paulo e intervenção do Estado. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.27, n.9, set. 1997.

PEREIRA, M. C. B.; SCROCCARO, J. L. (Orgs). **Bacias hidrográficas do Paraná**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, Curitiba, Paraná, 2010, 140 p.

PETRATTI-TEIXEIRA, P. Trilhos e sonhos: O desenho do interior paulista. In: ODÁLIA, N.; CALDEIRA, J. R. de C. (Orgs.) **História do Estado de São Paulo**. Ed. UNESP. 2010, 504 p.

PETRONE, M. T. S. O desprezado "ciclo do açúcar" paulista. In ODÁLIA, N.; CALDEIRA, J. R. de C. (Orgs.) **História do Estado de São Paulo**. Ed. UNESP. 2010, 504 p.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. da; SANTOS, B. C. M. dos. Atributos químicos e físicos de um cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, n. 1. Viçosa, Jan. / Fev. 2008, 10 p.

PRADO, A. P. A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função da densidade de plantio**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1988, 69p.

PROJETO ÁGUA. **Entrevista com o Sr. Carlos Benjamim, Acessor de Comunicação da Sabesp**, 2015. Disponível em:

<<http://pessoal.educacional.com.br/up/3390001/2001714/t131.asp>>. Acesso em: 21 mai 2015.

QUADROS, M. F. L. **Estudo de episódios de zona de convergência do atlântico sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. (Dissertação de Mestrado). São José dos Campos – SP: INPE, 1994, 97 p.

RANZANI, G. Capacidade de água disponível no solo. **Boletim Técnico-Científico**. ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo. n. 18, 1963.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Piracicaba: Manole, 1987, 188 p.

RIBEIRO, A. G.; GONÇALVES, R. do N. **Balanço hídrico**. Textos Básicos (Série Climatologia 1). Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. Maringá, 1990, 88 p.

RIDESA, **Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético**. 2015. Disponível em: <<http://www.ridesa.agro.ufg.br/>>. Acesso em: 22 mai 2015.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995. 100p. (Apostila).

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, v. 14, 2001, p. 69 - 78.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia – FFCH/USP**, São Paulo, v. 10, p. 41-57, 1996.

ROSS, J. L. S. (Org.) **Geografia do Brasil**. 4 ed. São Paulo. Ed. USP, 2003, 549 p.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A. de; SILVA, W. F. da; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. **Remote Sens.** 2, 2010, p. 1057 - 1076.

SANTOS, Leonardo J. C.; OKA-FIORI, Chisato; NALDY, Emerson C.; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Claudinei T. da; SILVA, Julio M. F. da; ROSS, Jurandyr L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: UGB, Ano 7, n. 2, 2006.

SILVA, M. A.; LANDELL, M. G .A.; CAMPANA, M. P.; XAVIER, M. A. Produtividade de mudas sob diferentes densidades de plantio, em viveiro oriundo de cultura de meristema. In: Congresso nacional da sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil - STAB, 8, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 1999, p. 538-543.

SILVA, C. B.; SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J.T.G.; PASSOS, M. M. Dinâmica atmosférica e análise geoestatística do clima da área de integração paisagística de tipologia climática. **Revista Brasileira de Climatologia/Associação Brasileira de Climatologia (ABCLIMA)**. v. 2, n. 2, Dezembro 2006, p. 53-70.

SOUZA, R, J. de. **O sistema GTP (Geossistema - Território - Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema - SP**. Dissertação de Mestrado - UNESP. Presidente em Prudente, 2010, 173 p.

SOUZA, S. M. R. de. **A emergência do discurso do agronegócio e a expansão da atividade canavieira**: Estratégias discursivas para a ação do capital no campo. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista - Unesp. Presidente Prudente, 2011, 282 p.

SUGUITANI, C.; MATSUOKA, S. Efeitos do fósforo nas características industriais e na produtividade agrícola em cana-de-açúcar (cana-planta) cultivada em duas regiões do estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 28., 2001, Londrina. Ciência do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade: **resumos**. Londrina: SBCS, 2001. p. 119.

TEIXEIRA, W. A. **As transformações do espaço agrário do Paraná, com a introdução da agricultura energética canavieira**. Dissertação (Mestrado) Rio Claro, UNESP, 1988, 281 p.

TOMMASELLI, J. T. G. **Gestão do território**: Energia e meio ambiente. Rede São Paulo de Formação Docente. SEESP. 2012, 84 p.

THORNTWAITE, C. W; MATHER, J. R. The water balance climatology. **Centerion**, 1955,V.8 nº 1: p.1-86.

TOMAZI, N. D. **Certeza de lucro e direito de propriedade**: O mito da Companhia de Terras Norte do Paraná. Dissertação (Mestrado). Unesp, Assis, 1989, 254 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1997, 97 p.

UNICAMP. **Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo**. Campinas: UNICAMP, 2005. Relatório final.

VESENTINI, J. W. **Geografia, natureza e sociedade**. São Paulo. Ed. Contexto, 1989, 91 p.

WACHOWICZ, R. **História do Paraná**. Curitiba: Gráfica Vicentina, 1988.

WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H. *et al.* Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 1997, 5 (1): 51-59.

ZAVATINI, J. A. **Variações do ritmo pluvial no oeste de São Paulo e norte do Paraná: eixo Londrina, Presidente Prudente e Araçatuba**. Dissertação (Mestrado em Geografia) FFLCH/USP, São Paulo, 1983.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica atmosférica e variações pluviiais no oeste de São Paulo e norte do Paraná: uma análise temporo-espacial ao longo do eixo Araçatuba-Presidente Prudente-Londrina. **Boletim de Geografia Teórica**, 15 (29-30): 1985, p. 372-387.

ANEXOS

Anexo 01 - Municípios com número de habitantes da vertente paranaense que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paranapanema.

Unidade de Gestão	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente		Municípios Parcialmente	
			Inseridos na UGRH	População	Inseridos na UGRH	População
	Com sede na UGRH	Com sede fora da UGRH				
Vertente Paranaense						
Norte Pioneiro	Abatiá	7.764				
	Andirá	20.610				
	Arapoti	25.855				
	Bandeirantes	32.184				
	Barra do Jacaré	2.727				
	Cambará	23.886				
	Cartópolis	13.706				
	Congoinhas	8.279				
	Conselheiro Mairinck	3.636				
	Figueira	8.293				
	Guapirama	7.900				
	Ibaiti	28.751				
	Itambaracá	6.759				
	Jaboti	4.902				
	Jacarezinho	39.121				
Norte Pioneiro	Jaguariaíva	32.606				
	Japira	4.903				
	Joaquim Távora	10.736				
	Jundiaí do Sul	3.433				
	Leópolis	4.145				
	Nova Fátima	8.147				
	Pinhalão	6.215				
	Quatiguá	7.045				
	Ribeirão Claro	10.678				
	Ribeirão do Pinhal	13.524				
	Salto do Itararé	5.178				
	Santa Amélia	3.803				
	Santa Mariana	12.435				

	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População
			Com sede na UGRH		Com sede fora da UGRH	
Norte Pioneiro	Santana do Itararé	5.249				
	Santo Antônio da Platina	42.707				
	São José da Boa Vista	6.511				
	Senguel	18.414				
	Siqueira Campos	18.454				
	Tomazina	8.791				
	Ventania	9.957				
	Wenceslau Braz	19.298				

Vertente Paranaense

Piraponema	Alvorada do Sul	10.283	Apucarana	120.919	Alto Paraná	13.663
	Ângulo	2.859	Guairaça	6.197	Cambira	7.236
	Arapongas	104.150	Mandaguaçu	19.781	Jandaia do Sul	20.269
	Astorga	24.698	Mandaguari	32.658	Loanda	21.201
	Atalaia	3.913	Marialva	31.959	Paranavaí	81.590
	Bela Vista do Paraíso	15.079	Marilena	6.858	Presidente Castelo Branco	4.784
	Cafeara	2.695	Maringá	357.077		
	Cambé	96.733	Nova Esperança	26.615		
	Centenário do Sul	11.190	Sarandi	82.847		
	Colorado	22.345				
	Cruzeiro do Sul	4.563				
	Diamante do Norte	5.516				
	Florestópolis	11.222				
	Flórida	2.543				
	Guaraci	5.227				
Piraponema	Iguaraçu	3.982				
	Inajá	2.988				
	Itaguajé	4.568				

	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População
			Com sede na UGRH		Com sede fora da UGRH	
Piraponema	Itaúna do Sul	3.583				
	Jaguapitã	12.225				
	Jardim Olinda	1.409				
	Lobato	4.401				
	Lupianópolis	4.592				
	Miraselva	1.862				
	Munhoz de Mello	3.672				
	N. S. das Graças	3.836				
	Nova Londrina	13.067				
	Paranacity	10.250				
	Paranapoema	2.791				
	Pitangueiras	2.814				
	Porecatu	14.189				
	Prado Ferreira	3.434				
	Primeiro de Maio	10.832				
	Rolândia	57.862				
	Sabáudia	6.096				
	Santa Fé	10.432				
	Santa Inês	1.818				
	Santo Antônio do Caiuá	2.727				
	Santo Inácio	5.911				
	São João do Caiuá	15.221				
	Terra Rica	2.466				
	Uniflor					

Vertente Paranaense

Tibagi	Assaí	16.354	Califórnia	8.069	Guamiranga	7.900
	Carambeí	19.163	Castro	67.084	Ivaí	12.815
	Cornélio Procópio	46.928	Irati	56.207	Marilândia do Sul	8.863

	Curiúva	13.923	Ortigueira	23.380	Mauá da Serra	8.555
	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRH	População
Tibagi	Fernandes Pinheiro	5.932	Palmeira	32.123	Porto Amazonas	4.514
	Ibiporã	48.198	Ponta Grossa	311.611		
	Imbaú	11.2774	Reserva	25.172		
	Imbituva	28.455				
	Ipiranga	14.150				
	Jataizinho	11.875				
	Londrina	506.701				
	Nova América da Colina	3.478				
	Nova Santa Bárbara	3.908				
	Piraí do Sul	23.424				
	Rancho Alegre	3.955				
	Santa Cecília do Pavão	3.646				
	Santo Antônio do Paraíso	2.408				
	São Jerônimo da Serra	11.337				
	São Sebastião da Amoreira	8.626				
	Sapopema	6.736				
	Sertaneja	5.817				
	Sertanópolis	15.638				
	Tamarana	12.262				
	Teixeira Soares	10.283				
	Telêmaco Borba	69.872				
Tibagi	Tibagi	19.344				
	Uraí	11.472				

Fonte: Adaptado de Brasil, 2010 e Censo 2010.

Organizador: BRAIDO, L. M. H., 2012.

Anexo 02 - Municípios com número de habitantes da vertente paulista que fazem parte da
bacia hidrográfica do rio Paranapanema

Unidade de Gestão	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente		Municípios Parcialmente	
			Inseridos na UGRH	População	Inseridos na UGRH	População
	Com sede na UGRH	Com sede fora da UGRH				
Vertente Paulista						
Alto Paranapanema	Angatuba	22.210	Itapetininga	144.377	Apiaí	25.191
	Arandú	6.123	Pilar do Sul	26.406	Bofete	9.618
	Barão de Antonina	3.116			Piedade	52.143
	Bernadino de Campos	10.775			Sarapuí	9.027
	Bom Sucesso do Itararé	3.571			Tapiraí	8.012
	Buri	18.563				
	Campina do Monte Alegre	5.567				
	Capão Bonito	46.178				
	Coronel Macedo	5.001				
	Fartura	15.320				
	Guapiara	17.998				
	Guareí	14.565				
	Ipaussu	13.663				
	Itaberá	17.858				
	Alto Paranapanema	Itaí	24.008			
Itapeva		87.753				
Itaporanga		14.549				
Itararé		47.934				
Manduri		8.992				
Nova Campina		8.515				
Paranapanema		17.808				
Piraju		28.475				
Ribeirão Branco		18.269				
Ribeirão Grande		7.422				
Riversul		6.163				
São Miguel Arcanjo		31.450				
Sarutaiá	3.622					

	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente		Municípios Parcialmente	
			Inseridos na UGRH	População	Inseridos na UGRH	População
			Com sede na UGRH		Com sede fora da UGRH	
Alto Paranapanema	Taguaí	10.828				
	Taquarituba	22.291				
	Taquarivaí	5.151				
	Tejupá	4.809				
	Timburi	2.646				

Vertente Paulista

Médio Paranapanema	Águas de Santa Bárbara	5.601	Duartina	12.251	Agudos	34.524
	Alvinlândia	3.000	Echaporã	6.318	Borebi	2.293
	Assis	95.144	Gália	7.011	Botucatu	127.328
	Avaré	82.934	João Ramalho	4.150	Garça	43.115
	Cabrália Paulista	4.365	Lupércio	4.353	Lençóis Paulista	61.428
	Campos Novos Paulista	4.539	Ocuauçu	4.163	Lutécia	2.714
	Cândido Mota	29.884	Pardinho	5.582	Marília	216.745
	Canitar	4.369	Quatá	12.799	Piratininga	12.072
	Cerqueira César	17.532	Rancharia	28.804	São Manuel	38.342
	Chavantes	12.114				
	Cruzália	2.274				
	Espírito Santo do Turvo	4.244				
Médio Paranapanema	Fernão	1.563				
	Florínea	2.829				
	Iaras	6.376				
	Ibirarema	6.725				
	Itatinga	18.052				
	Lucianópolis	2.249				
	Maracaí	13.332				
	Óleo	2.673				
	Ourinhos	103.035				

	Municípios Totalmente Inseridos na UGRH	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRHI	População	Municípios Parcialmente Inseridos na UGRHI	População
			Com sede na UGRH		Com sede fora da UGRH	
Médio Paranapanema	Palmital	21.186				
	Paraguaçu Paulista	42.278				
	Paulistânia	1.779				
	Pedrinhas Paulista	2.940				
	Platina	3.192				
	Pratânia	4.599				
	Ribeirão do Sul	4.446				
	Salto Grande	8.787				
	Santa Cruz do Rio Pardo	43.921				
	São Pedro do Turvo	7.198				
	Tarumã	12.885				
	Ubirajara	4.427				

Vertente Paulista

Pontal do Paranapanema	Anhumas	3.738	Ciauí	5.039	Álvares Machado	23.513
	Estrela do Norte	2.658	Presidente Bernardes	13.570	Indiana	4.825
	Euclides da Cunha Paulista	9.585	Presidente Epitácio	41.318	Martinópolis	24.219
	Iepê	7.628	Presidente Prudente	207.610	Piquerobi	3.537
	Marabá Paulista	4.812	Presidente Venceslau	37.910		
	Mirante do Paranapanema	17.059	Regente Feijó	18.494		
	Nantes	2.707	Santo Anastácio	20.475		
	Narandiba	4.288				
	Pirapozinho	24.694				
	Rosana	19.691				
	Sandovalina	3.699				
	Taciba	5.714				
	Tarabai	6.607				
	Teodoro Sampaio	21.386				

Fonte: Adaptado de Brasil, 2010 e Censo 2010.

Organizador: BRAIDO, L. M. H., 2012.

**Anexo 03 - Endereço das destilarias / usinas localizadas na bacia hidrográfica do rio
Paranapanema PR / SP - Vertente Paulista**

1 - Usina / Destilaria:	Odebrecht Agroindustrial - Destilaria Alcídia S/A
Município:	Teodoro Sampaio
Endereço:	Fazenda Alcídia s/n - Zona Rural
Cep:	19280-000 Rozana
Caixa Postal:	81
Telefones:	(18) 3282-9090
Email:	
Site:	

2 - Usina / Destilaria:	Odebrecht Agroindustrial - Usina Conquista do Pontal S/A
Município:	Mirante do Paranapanema
Endereço:	Rod. Euclides de Oliveira Figueiredo, SP 563, Km 13 - Zona Rural
Cep:	19260-000
Caixa Postal:	
Telefones:	(18) 3991-9600
Email:	atendimento@usinaconquista.com.br
Site:	

3 - Usina / Destilaria:	Umoe Bioenergy S/A
Município:	Sandovalina
Endereço:	Fazenda Taquarussu, s/n - Zona Rural
Cep:	19250-000
Caixa Postal:	07
Telefones:	(18) 3277-9900 / Fax: (18) 3277-9919
Email:	
Site:	

4 - Usina / Destilaria:	Cocal Comércio e Indústria Canaã de Açúcar e Alcool LTDA
Município:	Narandiba
Endereço:	Fazenda Gênese, s/n - Zona Rural
Cep:	19220-000
Caixa Postal:	16
Telefones:	(18) 3992-9020
Email:	cocal@cocal.com.br
Site:	www.cocal.com.br

5 - Usina / Destilaria:	Atena Tecnologias em Energia Natural LTDA
Município:	Martinópolis
Endereço:	Rod. Homero Severo Lins, s/n, SP 284, Km 365
Cep:	19500-000 - Laranja Doce
Caixa Postal:	21
Telefones:	(18) 3275-9065 / Fax: (18) 3275-9066
Email:	recepção@usinaatena.com.br
Site:	www.usinaatena.com.br
6 - Usina / Destilaria:	Zilor - Açúcareira Quatá
Município:	Quatá
Endereço:	Fazenda Quatá, s/n - Zona Rural
Cep:	19780-000
Caixa Postal:	21
Telefones:	(14) 3269-9000
Email:	zilor@zilor.com.br
Site:	www.zilor.com.br
7 - Usina / Destilaria:	Raízen Paraguaçu S/A
Município:	Paraguaçu Paulista
Endereço:	Sítio Para, Paralcool, s/n - Zona Rural
Cep:	19700-000
Caixa Postal:	53
Telefones:	(18) 3361-8900
Email:	
Site:	www.raizen.com
8 - Usina / Destilaria:	Cocal Comércio e Indústria Canaã de açúcar e álcool LTDA
Município:	Paraguaçu Paulista
Endereço:	Parque Industrial Camilo Calazans de Magalhães, s/n
Cep:	19700-000 - São Matheus
Caixa Postal:	91
Telefones:	(18) 3361-8888 / Fax: (18) 3361-8885
Email:	cocal@cocal.com.br
Site:	

9 - Usina / Destilaria:	Raízen Maracaí S/A
Município:	Maracaí
Endereço:	Fazenda Santa Amélia - Zona Rural
Cep:	19840-000
Caixa Postal:	34
Telefones:	(18) 3371-9000 / Fax: (18) 3371-9051
Email:	
Site:	www.raizen.com
10 - Usina / Destilaria:	Destilaria Água Bonita LTDA
Município:	Tarumã
Endereço:	Fazenda Tarumã, Rod. SP 333, s/n, Km 26,7
Cep:	19820-000
Caixa Postal:	60
Telefones:	(18) 3373-4400 / Fax: (18) 3373-4401
Email:	
Site:	www.aguabonita.com.br
11 - Usina / Destilaria:	Raízen Tarumã S/A
Município:	Tarumã
Endereço:	Fazenda Nova América
Cep:	19820-000 - Água da Aldeia
Caixa Postal:	100
Telefones:	(18) 3373-4000 / Fax: (18) 3373-4035
Email:	
Site:	www.raizen.com
12 - Usina / Destilaria:	Destilaria Pyles LTDA
Município:	Platina
Endereço:	Fazenda Mumbuca - Zona Rural
Cep:	19990-000 - Água da Mumbuca
Caixa Postal:	13
Telefones:	(18) 3354-1166
Email:	Mumbuca.adm@terra.com.br
Site:	

13 - Usina / Destilaria:	São Joaquim - Antônio Fernando Tirolli & Cia LTDA
Município:	Palmital
Endereço:	Bair Água da Espanhola
Cep:	19970-000
Caixa Postal:	82
Telefones:	(18) 3351-1628 / Fax: (18) 3352-6156
Email:	tirolli@webtal.com.br
Site:	
14 - Usina / Destilaria:	Usina São Luiz S/A
Município:	Ourinhos
Endereço:	Fazenda Santa Maria - Zona Rural
Cep:	19900-970
Caixa Postal:	158
Telefones:	(14) 3302-2000 / Fax: (14) 3302-2020
Email:	usl@usinasaoluiz.com.br
Site:	www.usinasaoluiz.com.br
15 - Usina / Destilaria:	Comanche Biocombustíveis de Canitar LTDA
Município:	Canitar
Endereço:	Rod. Vicinal Gabriel Ligeiro, Km 04
Cep:	18990-000 - Água do Barreirinho
Caixa Postal:	
Telefones:	(14) 3343-9230
Email:	contato@comanche.com.br
Site:	www.comancheenergy.com
16 - Usina / Destilaria:	Raízen Ipaussu S/A
Município:	Ipaussu
Endereço:	Fazenda Santa Rosa, Rod. Raposo Tavares, Km 334
Cep:	18950-000
Caixa Postal:	28
Telefones:	(14) 3344-9020
Email:	
Site:	www.raizen.com

17 - Usina / Destilaria:	Santa Maria Indústria de Álcool LTDA
Município:	Manduri
Endereço:	Estrada Municipal dos Nunes - Zona Rural
Cep:	18780-000
Caixa Postal:	39
Telefones:	(19) 3486-1317 / Fax: (19) 3486-1543
Email:	santamariaalcohol@hotmail.com
Site:	
18 - Usina / Destilaria:	TGM Indústria e Comércio de Álcool e Aguardente LTDA
Município:	Cerqueira César
Endereço:	Rod. Donato Francisco Sassai, Km 06
Cep:	18760-000 - Macuão
Caixa Postal:	13
Telefones:	(14) 3714-7211
Email:	tgmdestilaria@tgmdestilaria.com.br
Site:	
19 - Usina / Destilaria:	Usina Rio Pardo S/A
Município:	Cerqueira César
Endereço:	Fazenda São Pedro, Rod. Castelo Branco, Km 260
Cep:	18760-000
Caixa Postal:	19
Telefones:	(14) 3711-1010
Email:	urp@urp.ind.br
Site:	
20 - Usina / Destilaria:	Usina Açucareira Furlan S/A
Município:	Avaré
Endereço:	Fazenda das Flores, Rod. Castelo Branco, Km 254
Cep:	18702-310
Caixa Postal:	173
Telefones:	(14) 2105-2374
Email:	rhusina@usinafurlan.com.br
Site:	www.usinafurlan.com.br

21 - Usina / Destilaria:	Zilor - Usina Barra Grande de Lençóis S/A
Município:	Lençóis Paulista
Endereço:	Rod. Marechal Rondon, Km 289
Cep:	18680-900
Caixa Postal:	356
Telefones:	(14) 3269-9000 / Fax: (14) 3269-9074
Email:	zilor@zilor.com.br
Site:	www.zilor.com.br
22 - Usina / Destilaria:	Usina Açúcareira São Manoel S/A
Município:	São Manoel
Endereço:	Fazenda Boa Vista - Zona Rural
Cep:	18650-000
Caixa Postal:	127
Telefones:	(14) 3812-1100 / Fax: (14) 3812-1101
Email:	usina@saomanoel.com.br
Site:	www.saomanoel.com.br
23 - Usina / Destilaria:	Indústria e Comércio Iracema LTDA
Município:	Itaí
Endereço:	Fazenda Panorâmica de Itaí
Cep:	18730-000 - Farrapos
Caixa Postal:	01
Telefones:	(14) 3761-1300
Email:	iracemaitai@uol.com.br
Site:	
24 - Usina / Destilaria:	Destilaria Londra LTDA
Município:	Itaí
Endereço:	Fazenda Londra, Estrada Vicinal, Km 23
Cep:	18730-000 - Fundo da Vargem
Caixa Postal:	80
Telefones:	(14) 3769-9200
Email:	rh@londra.com.br
Site:	

25 - Usina / Destilaria:	Agroindustrial Vista Alegre LTDA
Município:	Itapetininga
Endereço:	Fazenda Vista Alegre
Cep:	18209-600 - Pinhal
Caixa Postal:	136
Telefones:	(15) 3275-8400 / Fax: (15) 3275-8401
Email:	contato@vistaalegre.ind.br
Site:	www.vistaalegre.ind.br

**Anexo 04 - Endereço das destilarias / usinas localizadas na bacia hidrográfica do rio
Paranapanema PR / SP - Vertente Paranaense**

1 - Usina / Destilaria:	Usina de Açúcar e Alcool Santa Terezinha LTDA
Município:	Terra Rica
Endereço:	Fazenda São José - Lote 35 - Três Morrinhos
Cep:	87890-000
Caixa Postal:	03
Telefones:	(44) 3441-8100
Email:	usacucar@usacucar.com.br
Site:	www.usacucar.com.br
2 - Usina / Destilaria:	Usina de Açúcar e Alcool Santa Terezinha LTDA
Município:	Paranacity
Endereço:	Gleba Ipiranga, Lote 225 - Zona Rural
Cep:	87660-000
Caixa Postal:	152
Telefones:	(44) 3463-8300
Email:	usacucar@usacucar.com.br
Site:	www.usacucar.com.br
3 - Usina / Destilaria:	Usina Alto Alegre S/A - Açúcar e Alcool
Município:	Colorado
Endereço:	Fazenda Junqueira - Distrito de Alto Alegre
Cep:	86690-000
Caixa Postal:	62
Telefones:	(44) 3340-8000
Email:	falecom@altoalegre.com.br
Site:	www.altoalegre.com.br
4 - Usina / Destilaria:	Usina Alto Alegre S/A - Açúcar e Alcool
Município:	Santo Inácio
Endereço:	Colônia Zacarias de Góis - Zona Rural
Cep:	86650-000
Caixa Postal:	
Telefones:	(44) 3352-8300 / Fax: (44) 3352-8301
Email:	falecom@altoalegre.com.br
Site:	www.altoalegre.com.br

5 - Usina / Destilaria:	Usina Central do Paraná S/A - Agroindústria e Comércio
Município:	Porecatu
Endereço:	Parque Industrial
Cep:	86160-000
Caixa Postal:	151
Telefones:	(43) 3623-8100 / Fax: (43) 3623-8135
Email:	ucp@ucp.com.br
Site:	
6 - Usina / Destilaria:	Usina Alto Alegre S/A - Açúcar e Alcool
Município:	Florestópolis
Endereço:	Rod. João Lunardeli, PR 170, Km 54 - Zona Rural
Cep:	86165-000
Caixa Postal:	14
Telefones:	(43) 3662-8800
Email:	falecom@altoalegre.com.br
Site:	www.altoalegre.com.br
7 - Usina / Destilaria:	Cooperativa Agroindustrial Nova Produtiva
Município:	Astorga
Endereço:	Estrada Vicinal Astorga / Jaguapitã, Km 21
Cep:	86730-000 - Distrito de Santa Zélia
Caixa Postal:	256
Telefones:	(44) 3234-8200 / Fax: (44) 3234-8201
Email:	
Site:	www.novaprodutiva.com.br
8 - Usina / Destilaria:	Corol Cooperativa Agroindustrial
Município:	Rolândia
Endereço:	Avenida Aylton Rodrigues Alves, 698
Cep:	86600-000 - Vila Oliveira
Caixa Postal:	96
Telefones:	(43) 3240-1212
Email:	corol@corol.com.br
Site:	www.corol.com.br

9 - Usina / Destilaria:	Usina de Açúcar e Alcool Santa Terezinha LTDA
Município:	Maringá
Endereço:	Gleba Chapecó, Lote 246 - Zona Rural
Cep:	87001-970 - Distrito de Iguatemi
Caixa Postal:	415 / 416
Telefones:	(44) 3276-8000 / Fax: (44) 3276-8019
Email:	usacucar@usacucar.com.br
Site:	www.usacucar.com.br
10 - Usina / Destilaria:	Renuka Vale do Ivaí
Município:	Marialva
Endereço:	Gleba Aquidaban, s/n, Rod. PR 455, Lote 336
Cep:	86990-000 - Distrito de São Miguel do Cambuí
Caixa Postal:	
Telefones:	(44) 3289-8550 / Fax: (44) 3289-8551
Email:	valedoivai@valedoivai.com.br
Site:	www.valedoivai.com.br
11 - Usina / Destilaria:	Cooperval Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí LTDA
Município:	Jandaia do Sul
Endereço:	Praça do Café, 214
Cep:	86900-000 - Centro
Caixa Postal:	181
Telefones:	(44) 3432-9200
Email:	cooperval@cooperval.com
Site:	www.cooperval.com
12 - Usina / Destilaria:	Destilaria Americana S/A
Município:	Nova América da Colina
Endereço:	Gleba Americana - Fazenda Palmares
Cep:	86230-000
Caixa Postal:	267
Telefones:	(43) 3265-8000 / Fax: (43) 3265-8188
Email:	secretaria@destilariaamericana.com.br
Site:	www.destilariaamericana.com.br

13 - Usina / Destilaria:	Usiban - Açúcar e Alcool Bandeirantes S/A
Município:	Bandeirantes
Endereço:	Rod. BR 369, Km 53
Cep:	86360-000 - Água do Caixão
Caixa Postal:	01
Telefones:	(43) 3542-8700 / Fax: (43) 3542-8718
Email:	usiban@usiban.com.br
Site:	www.usiban.com.br
14 - Usina / Destilaria:	Casquel - Agrícola e Industrial S/A
Município:	Cambará
Endereço:	Fazenda Santa Tereza
Cep:	86390-000 - Água dos Coqueiros
Caixa Postal:	48
Telefones:	(43) 3532-3388 / Fax: (43) 3532-1180
Email:	usinacasquel@usinacasquel.com.br
Site:	
15 - Usina / Destilaria:	Usina Jacarezinho Companhia Agrícola
Município:	Jacarezinho
Endereço:	Rod. BR 153, Km 09
Cep:	86400-000 - Costa Júnior
Caixa Postal:	51
Telefones:	(43) 3511-1400 / Fax: (43) 3511-1406
Email:	jacarezinho@cmnp.com.br
Site:	www.cmnp.com.br
16 - Usina / Destilaria:	Decalda Açúcar e Alcool LTDA
Município:	Jacarezinho
Endereço:	Fazenda Santa Maria
Cep:	86400-000 - Dourado
Caixa Postal:	221
Telefones:	(43) 3511-1300 / Fax: (43) 3511-1330
Email:	diretoria@decalda.com.br
Site:	www.decalda.com.br

17 - Usina / Destilaria:	Dail / Clarion S/A Agroindustrial
Município:	Ibaiti
Endereço:	Rod. PR 435, s/n, Km 35
Cep:	86900-000 - Santa Laura
Caixa Postal:	
Telefones:	(43) 3546-1216 / Fax: (43) 3546-1304
Email:	contato@clarionsa.com.br
Site:	www.clarionsa.com.br

Anexo 05 - Precipitações e temperaturas médias anuais (1970 - 2010) utilizadas para a aplicação do balanço hídrico

5.1 - Precipitações médias anuais (1970 - 2010) utilizadas para a aplicação do balanço hídrico

	COORDENADAS		JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS
SETOR 1	-51.750	-22.250	165,2	192,8	130,9	68,8	69,3	52,8	44,2	34,3	74,3	99,2	125,0	159,5	1.216,2
SETOR 2	-51.750	-22.250	193,7	194,4	128,8	89,4	86,4	71,7	57,0	43,2	93,5	123,5	143,7	197,0	1.422,4
SETOR 3	-51.750	-23.250	216,8	190,0	130,1	105,5	101,2	84,1	66,5	51,9	109,0	139,2	151,5	216,6	1.562,5
SETOR 4	-48.750	-23.750	169,4	143,1	113,7	58,2	69,8	65,6	58,2	49,4	98,2	100,2	101,6	163,3	1.190,5
SETOR 5	-50.250	-24.250	206,3	159,8	128,7	90,4	108,9	99,9	87,4	79,9	133,7	132,8	131,8	156,2	1.515,6
SETOR 6	-50.750	-24.750	197,6	153,6	132,7	105,3	143,4	135,4	105,2	111,0	173,5	157,6	145,8	164,2	1.725,4

5.2 - Temperaturas médias anuais (1970 - 2010) utilizadas para a aplicação do balanço hídrico

	COORDENADAS		JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
SETOR 1	-51.750	-22.250	25,8	25,9	25,4	23,6	21,8	20,1	19,5	21,4	22,7	23,9	25,3	25,8
SETOR 2	-51.750	-22.250	25,8	25,8	25,4	23,6	21,1	19,4	19,2	21,0	22,3	23,8	25,0	25,7
SETOR 3	-51.750	-23.250	23,8	23,8	23,5	21,4	18,5	17,0	16,8	18,9	20,1	21,7	22,8	23,7
SETOR 4	-48.750	-23.750	24,1	23,9	23,2	21,6	18,6	17,1	16,6	17,6	18,8	20,9	22,3	23,4
SETOR 5	-50.250	-24.250	21,8	21,6	20,9	18,6	15,6	14,3	13,8	15,1	16,5	18,6	19,9	21,4
SETOR 6	-50.750	-24.750	22,2	21,9	21,2	18,9	15,7	14,5	13,9	15,1	16,6	18,7	20,1	21,7

Anexo 06 - Resultados da aplicação do balanço hídrico - Thorntwaite & Mather (1955) - para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema

6.1 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 1

SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
ARGISSOLO VERMELHO	228,1	34,8	24,8
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	79,8	64,4	54,4
LATOSSOLO VERMELHO	70,4	68,7	58,7
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	84,6	62,4	52,5
NEOSSOLO LITÓLICO	84,5	62,5	52,5
NITOSSOLO VERMELHO	183,3	39,8	29,8

6.2 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 2

SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
ARGISSOLO VERMELHO	228,1	241,6	1,8
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	79,8	244,7	4,9
LATOSSOLO VERMELHO	70,4	245,3	5,4
NEOSSOLO LITÓLICO	84,5	244,4	4,6
NITOSSOLO VERMELHO	183,3	242,1	2,3

6.3 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 3

SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
LATOSSOLO VERMELHO	70,4	551,3	0,1
NITOSSOLO VERMELHO	183,3	551,2	0,0

6.4 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 6

SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
CAMBISSOLO HÁPLICO	170,2	883,4	0,0
ARGISSOLO VERMELHO	228,1	883,4	0,0
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	79,8	883,4	0,0
LATOSSOLO VERMELHO	70,4	883,4	0,0
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	84,6	883,4	0,0

6.5 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 5

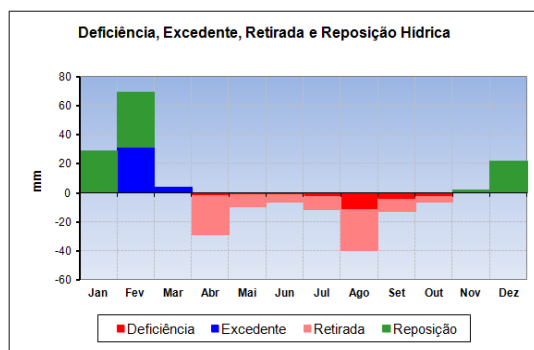
SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
CAMBISSOLO ÚMICO	191,0	747,0	0,0
ARGISSOLO VERMELHO	228,1	747,0	0,0
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	79,8	747,0	0,0
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	84,6	747,0	0,0
NEOSSOLO LITÓLICO	84,5	747,0	0,0
NITOSSOLO VERMELHO	183,3	747,0	0,0
ORGANOSSOLO MÉSICO	125,0	747,0	0,0

6.6 - Resultados da aplicação do balanço hídrico para o setor 4

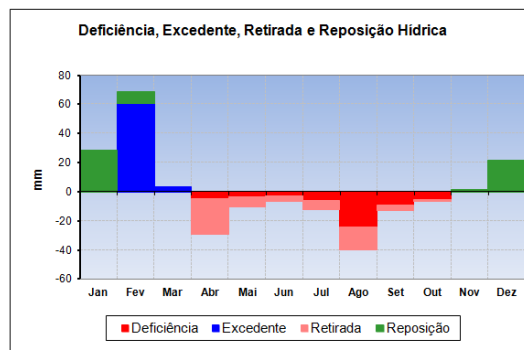
SOLOS	CAD	EXC. (mm)	DEF. (mm)
CAMBISSOLO HÁPLICO	170,2	240,7	2,3
LATOSSOLO VERMELHO	70,4	243,6	5,2
NEOSSOLO LITÓLICO	84,5	242,9	4,4
NITOSSOLO VERMELHO	183,3	240,6	2,2

Anexo 07 - Gráficos do balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Paranapanema

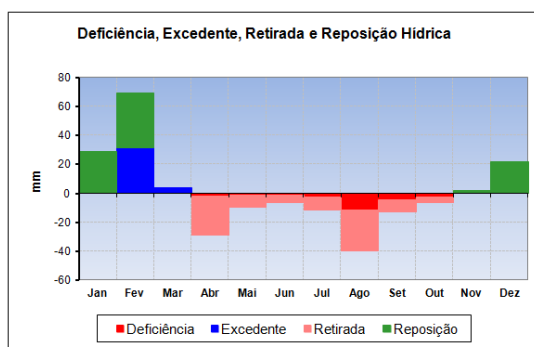
7.1 - Aplicação do balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955) - Setor 1



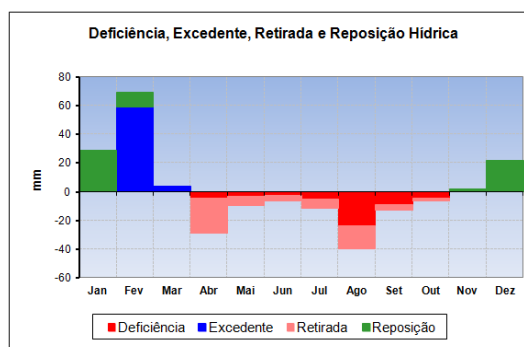
ARGISSOLO VERMELHO



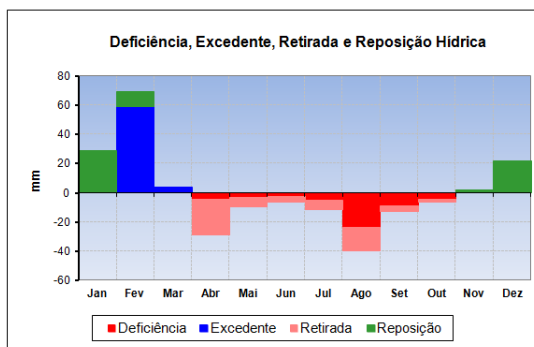
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO



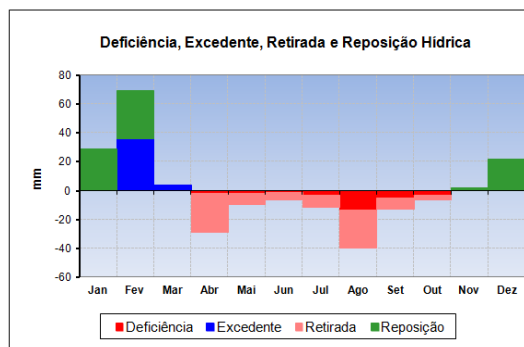
LATOSSOLO VERMELHO



LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

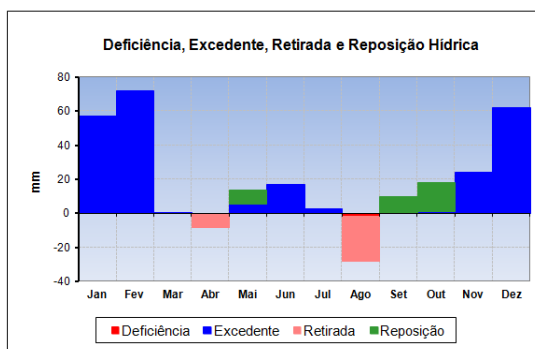


NEOSSOLO LITÓLICO

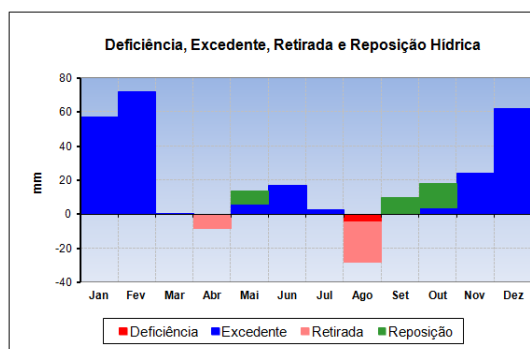


NITOSSOLO VERMELHO

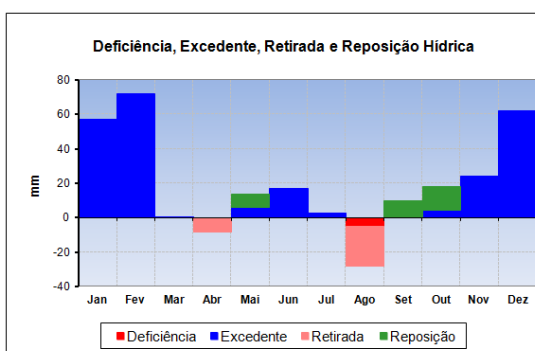
7.2 - Aplicação do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) - Setor 2



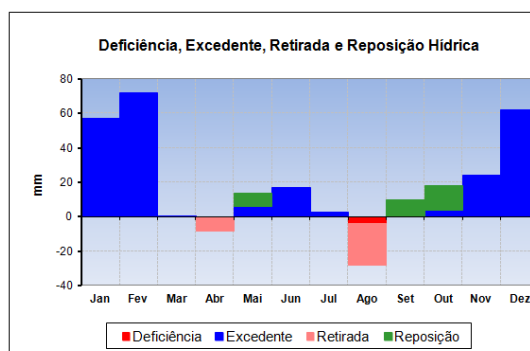
ARGISSOLO VERMELHO



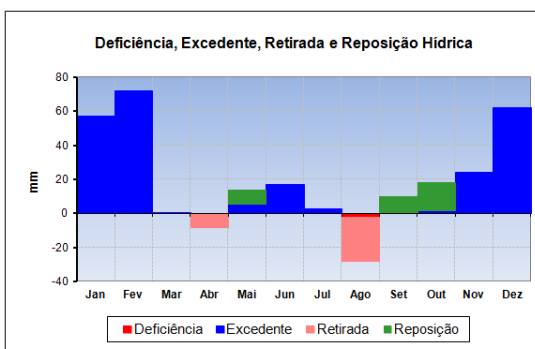
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO



LATOSSOLO VERMELHO

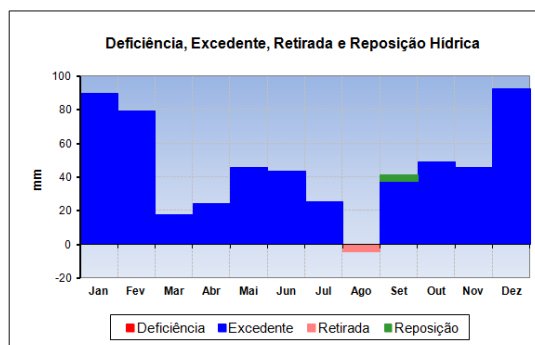


NEOSSOLO LITÓLICO

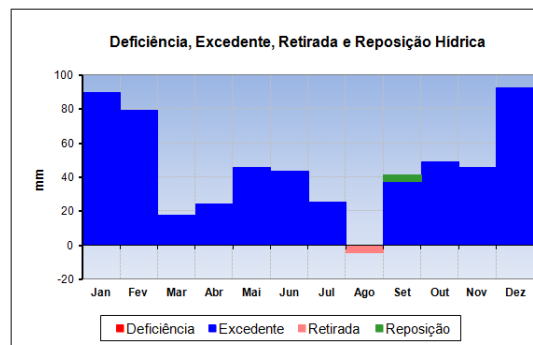


NITOSSOLO VERMELHO

7.3 - Aplicação do balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955) - Setor 3

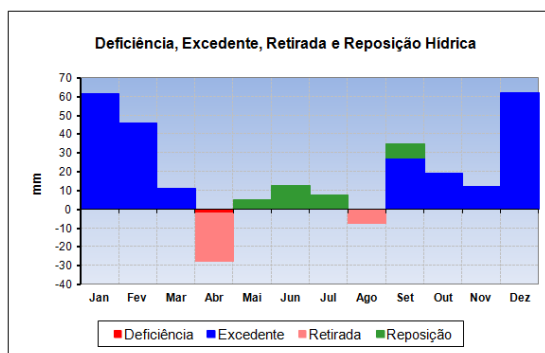


LATOSSOLO VERMELHO

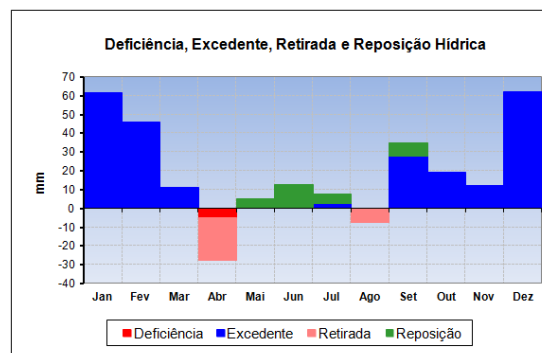


NITOSSOLO VERMELHO

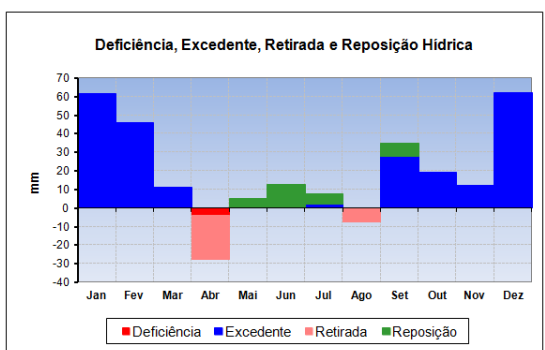
7.4 - Aplicação do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) - Setor 4



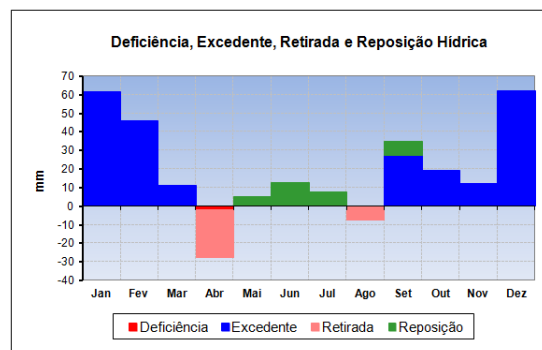
CAMBISSOLO HÁPLICO



LATOSSOLO VERMELHO

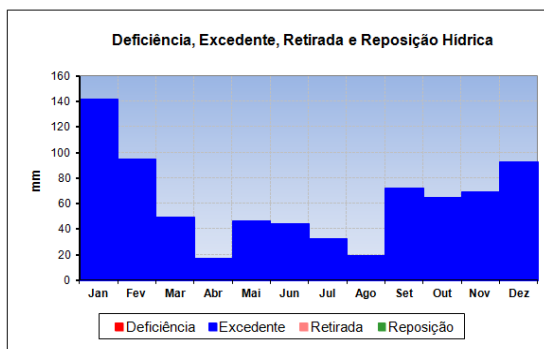


NEOSSOLO LITÓLICO

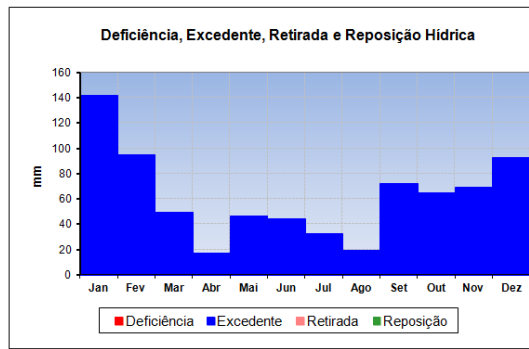


NITOSSOLO VERMELHO

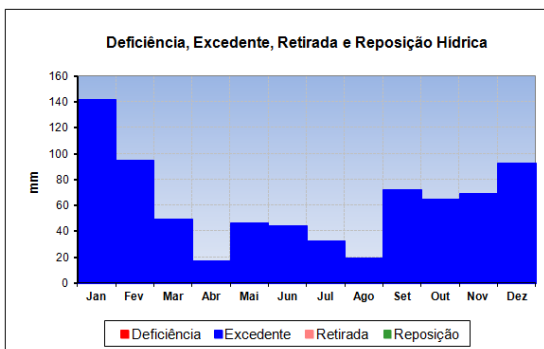
7.5 - Aplicação do balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955) - Setor 5



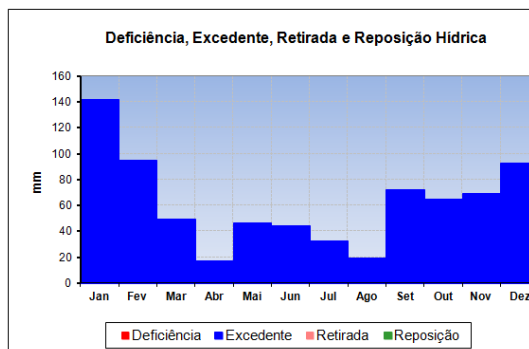
ARGISSOLO VERMELHO



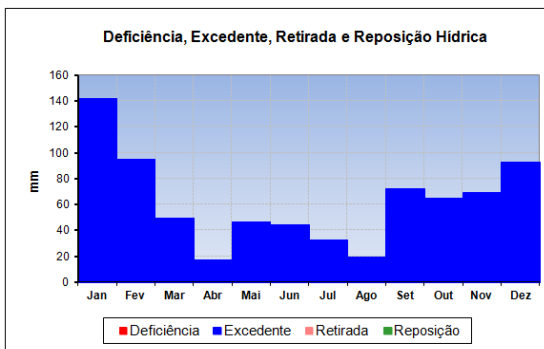
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO



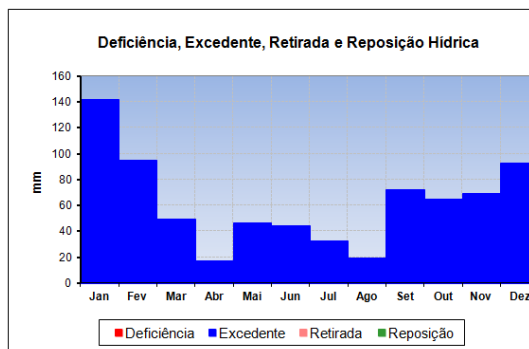
CAMBISSOLO ÚMICO



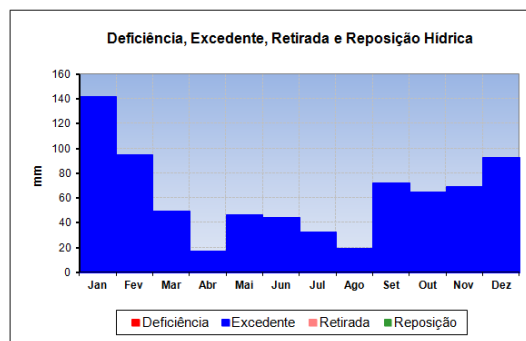
LATOSSOLO VERMELHO



LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

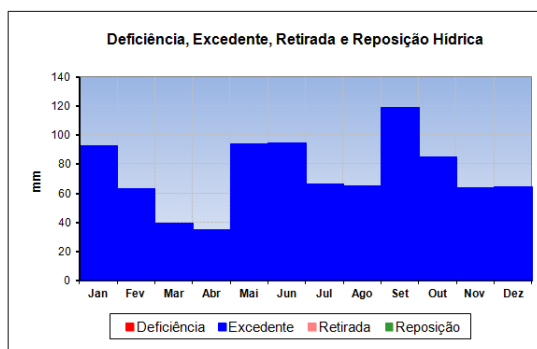


NEOSSOLO LITÓLICO

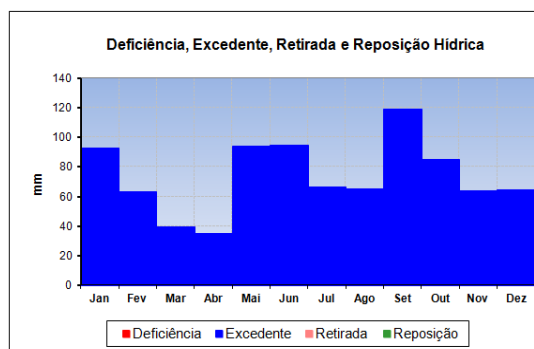


ORGANOSSOLO MÉSICO

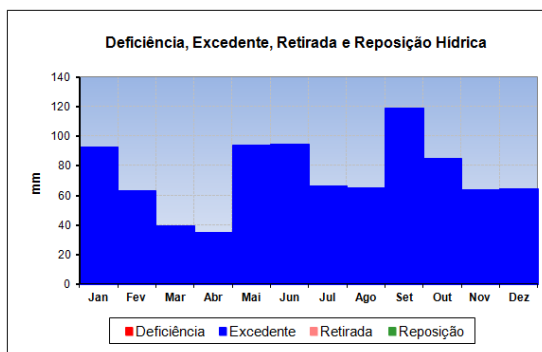
7.6 - Aplicação do balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955) - Setor 6



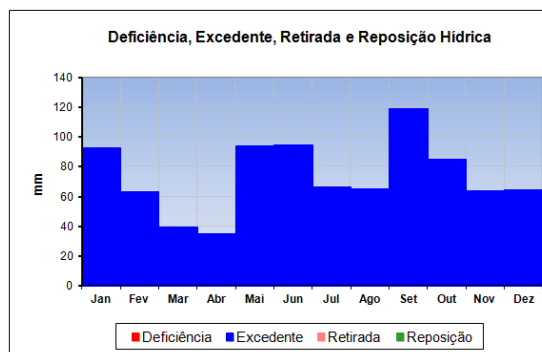
ARGISSOLO VERMELHO



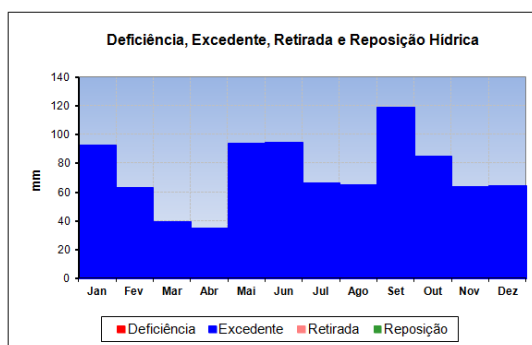
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO



CAMBISSOLO HÁPLICO



LATOSSOLO VERMELHO



LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO