

# **ZONEAMENTO DE CULTURAS BIOENERGÉTICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO-**

## ***APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR***

### **INTRODUÇÃO**

A alta demanda pela produção de fontes de energia renováveis e a preocupação com a preservação do meio ambiente tem colocado o Brasil em evidência nos últimos anos, devido a sua potencialidade de exploração agrícola, e dos diversos tipos de alimentos e fontes de energia.

Além disto, há a necessidade de se manter uma adequada produção e suprimento de alimento, de modo a evitar a migração populacional e manter um nível razoável de emprego e renda, equilibrando os sistemas de monocultura da cana-de-açúcar e os de alimento humano e animal.

Neste panorama já estabelecido pelos atuais sistemas de manejo agrícola e padrões climáticos uma nova fonte de incerteza deve ser considerada, que são os novos cenários térmicos e de disponibilidade hídrica em função das mudanças climáticas e/ou aquecimento global.

Embora existam controvérsias sobre se os futuros cenários são de aquecimento global ou de resfriamento, ou mesmo se as alterações que estamos vivenciando são anomalias devido às variabilidades sazonais do clima, cabe aos diferentes órgãos proporem soluções e medidas mitigatórias para reduzir estes efeitos negativos das adversidades climáticas. Um dos procedimentos importantes é o estabelecimento de políticas públicas para o desenvolvimento agrícola em função das características climáticas. Neste aspecto o zoneamento agrícola, fundamentado na potencialidade climática e edáfica de uma região, com os riscos associados é de alta relevância.

Este trabalho procura trazer de maneira simples e objetiva a potencialidade de exploração da cultura da cana-de-açúcar em função dos parâmetros edafoclimáticos para o Estado de São Paulo considerando-se também os aspectos de sustentação ambiental, preservação da flora e fauna e recarga dos aquíferos.

Além disto, é apresentada uma visão geral das condições climáticas do território brasileiro e a expansão da cultura da cana-de-açúcar.

Por último, apresenta-se uma idéia piloto de culturas alternativas sob o ponto de vista bioenergético ou alimentar ou alimentar em áreas de substituição à cana-de-açúcar onde a colheita mecanizada não for possível, com a eliminação das queimadas.

## **2. METODOLOGIA**

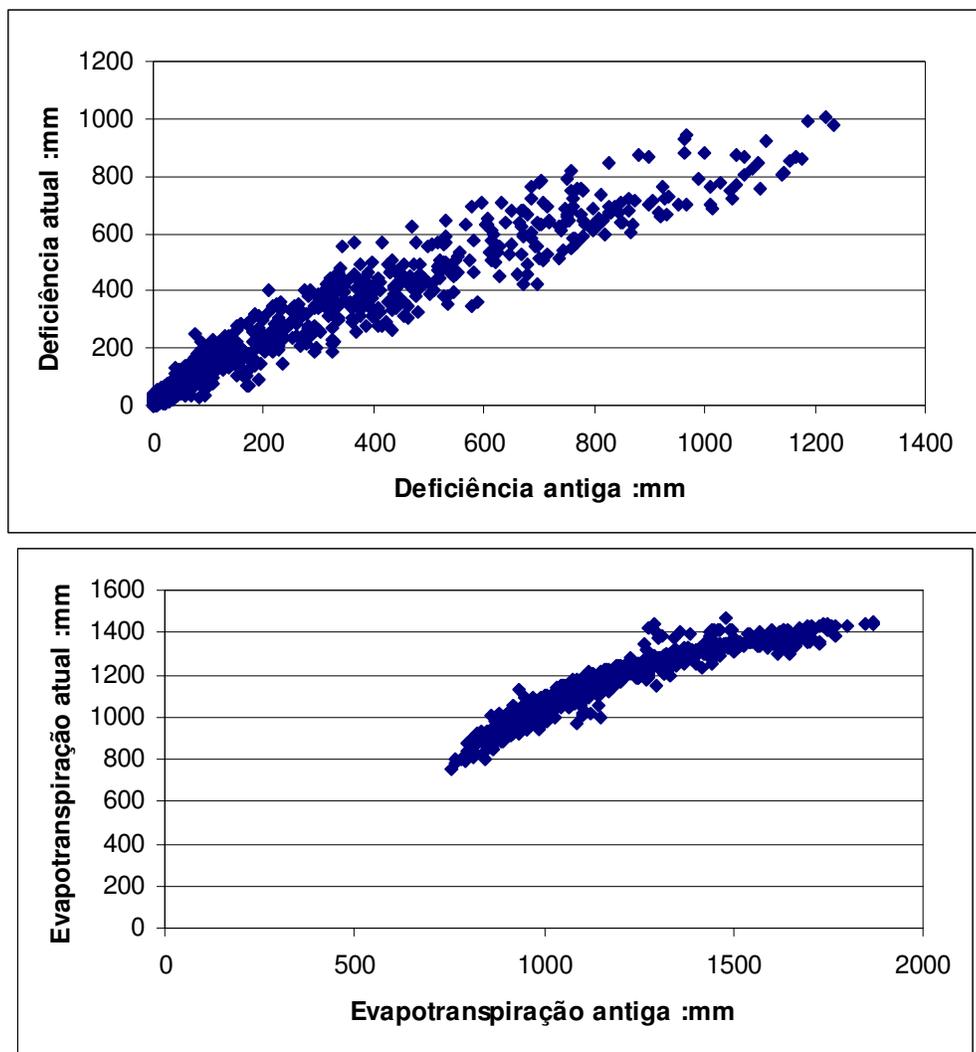
### **2.1 Conceituação**

O trabalho foi desenvolvido, baseando-se nos conceitos básicos de determinação da aptidão climática de culturas (Camargo et. al, 1974; Brunini & Alfonsi, 1981; Alfonsi et. al, 1985; Brunini, et al, 2006, Brunini 2007, Brunini 2008) em especial para culturas perenes.

Foram utilizados os dados meteorológicos de séries históricas disponíveis no acervo da área de climatologia agrícola do IAC, cujas bases principais são o IAC/SAA; DAEE; INMET, UNESP; e análise de banco de dados na WEB/Internet.

Ao todo foram avaliadas as séries e dados de 1849 localidades do Brasil incluindo 600 pontos de análise no Estado de São Paulo. Considerando-se a amplitude de dados e a diversidade de períodos analisados fez-se primeiramente uma consistência entre os diversos parâmetros analisados, a fonte dos dados e os métodos atuais e anteriores de estimativa dos parâmetros.

Todas as análises apresentaram uma correlação ( $R^2$ ) acima de 94%. Um exemplo é apresentado na figura 1 pela análise de deficiência hídrica estimada pelo Balanço Hídrico de Brunini e Caputi (2001) e original de Thornthwaite – Mather 1955, e as estimativas de evapotranspiração potencial (ETP).

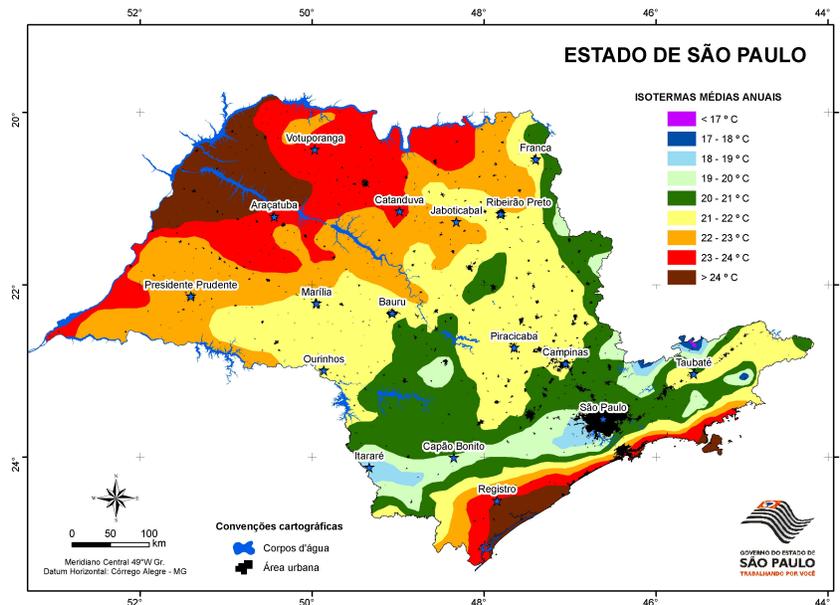


**Figura 1. Comparação entre os métodos para estimativa da deficiência hídrica e evapotranspiração potencial.**

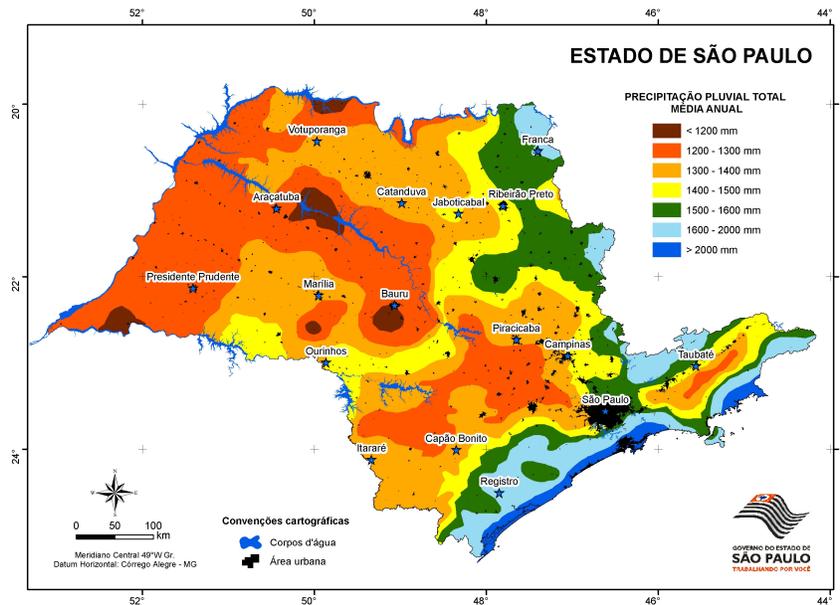
## **2.2. Análise do Clima**

Uma vez caracterizada a série de dados e avaliada a consistência foram elaborados os mapas climáticos básicos que servirão posteriormente à determinação da aptidão agroclimática. Os mapas elaborados e indicados nas figuras dois a nove demonstram a variação espacial da temperatura do ar, precipitação pluvial, deficiência hídrica, índice hídrico e a diferença aritmética entre a precipitação e evapotranspiração potencial.

Com relação ao risco de geada, o mapa apresentado na figura 10 (Astolpho, 2005) demonstra o risco deste fenômeno no Estado. -se que como o maior risco é junho a julho, época onde a colheita esta sendo realizada, e devido a ser um fator aleatório, ou seja, um evento severo a cada 8 a 10 anos não foi considerado no trabalho.



**Figura 2. Isotermas médias anuais no Estado de São Paulo.**



**Figura 3. Precipitação pluviométrica média anual no Estado de São Paulo .**

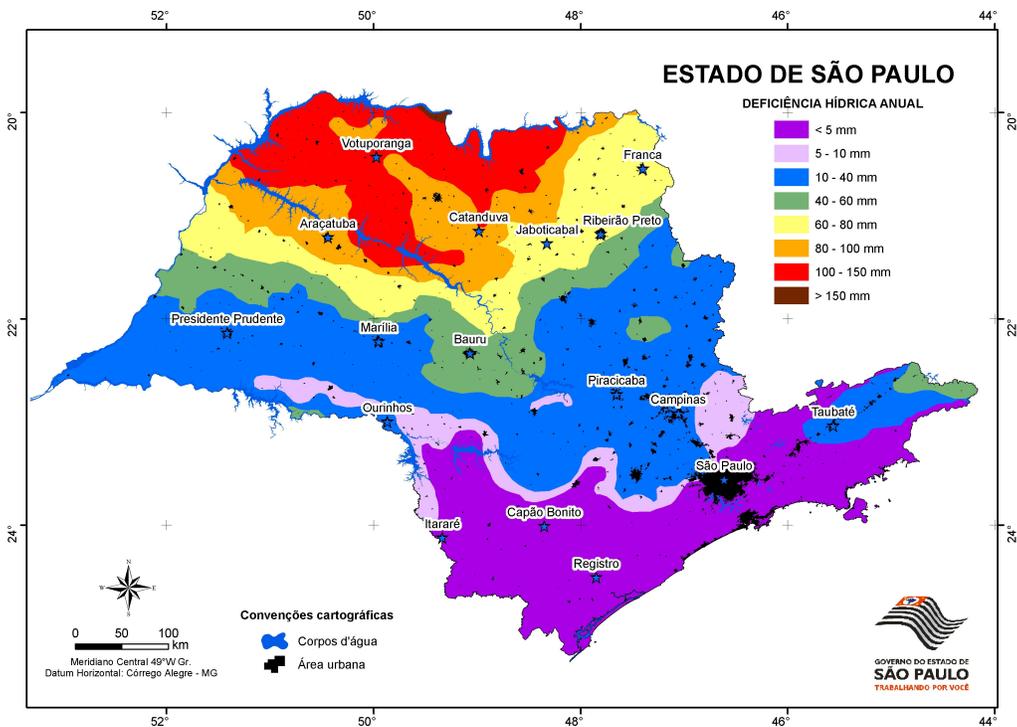


Figura 4. Deficiência hídrica média anual, estimada pelo balanço hídrico para um armazenamento de 125 mm no Estado de São Paulo.

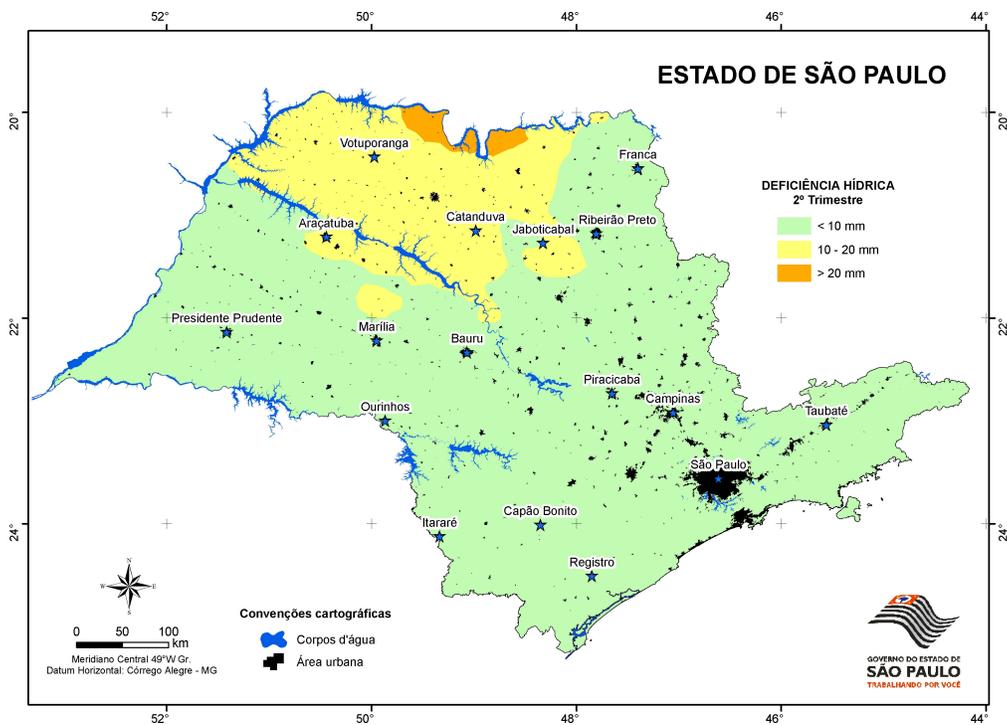
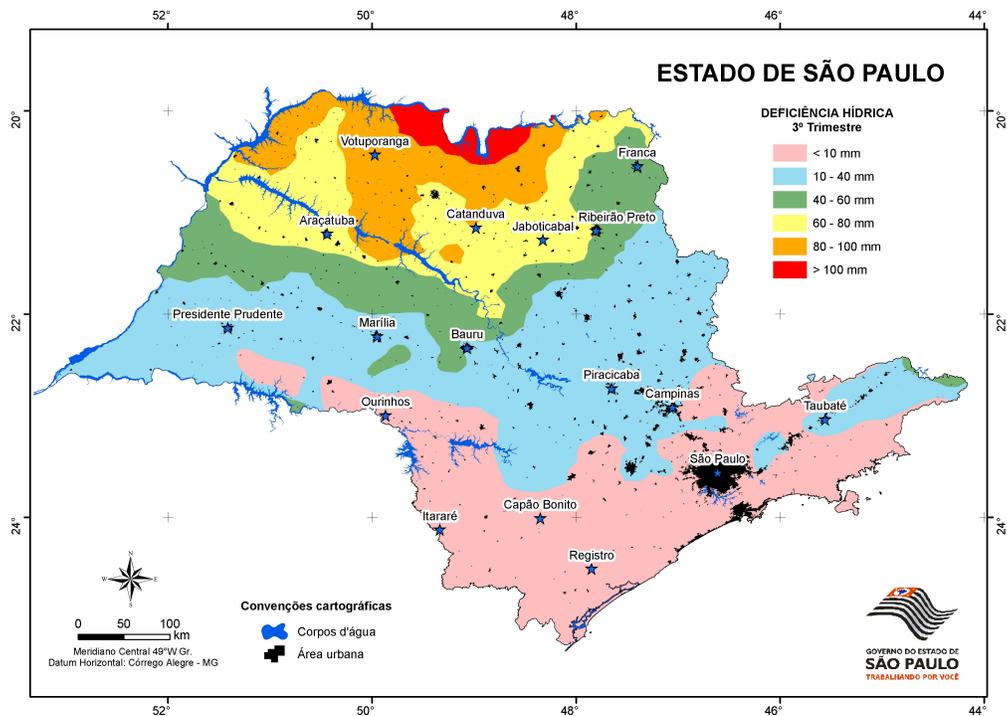
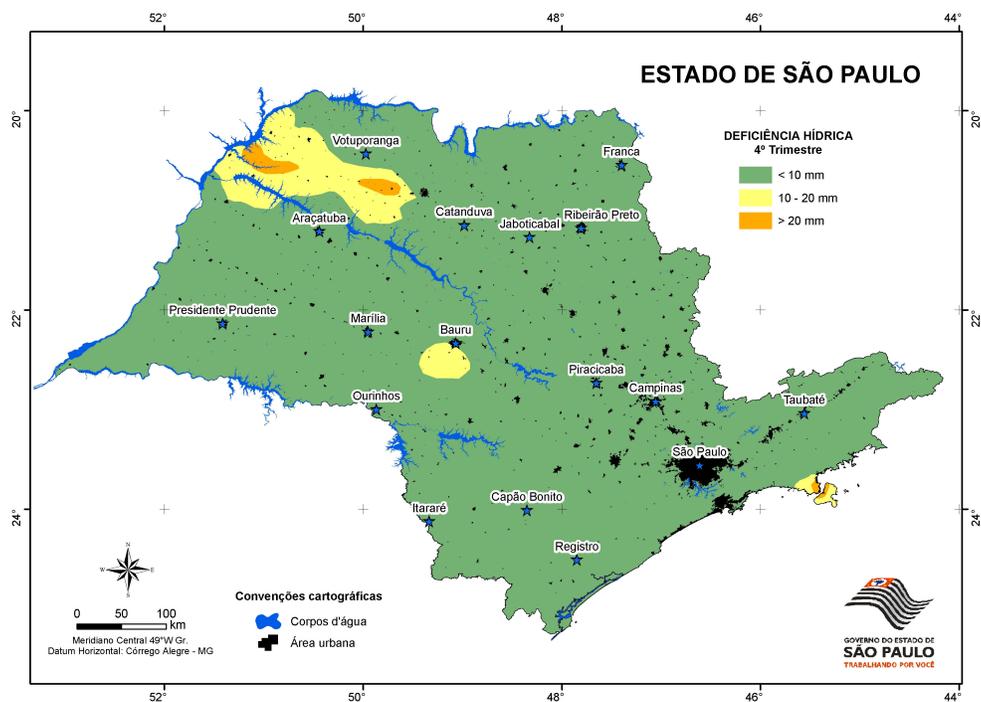


Figura 5. Deficiência hídrica média no 2º trimestre, estimada pelo balanço hídrico para um armazenamento de 125 mm no Estado de São Paulo”.



**Figura 6. Deficiência hídrica média no 3º trimestre, estimada pelo balanço hídrico para um armazenamento de 125 mm no Estado de São Paulo”.**



**Figura 7. Deficiência hídrica no 4º trimestre., estimada pelo balanço hídrico para um armazenamento de 125 mm no Estado de São Paulo”.**

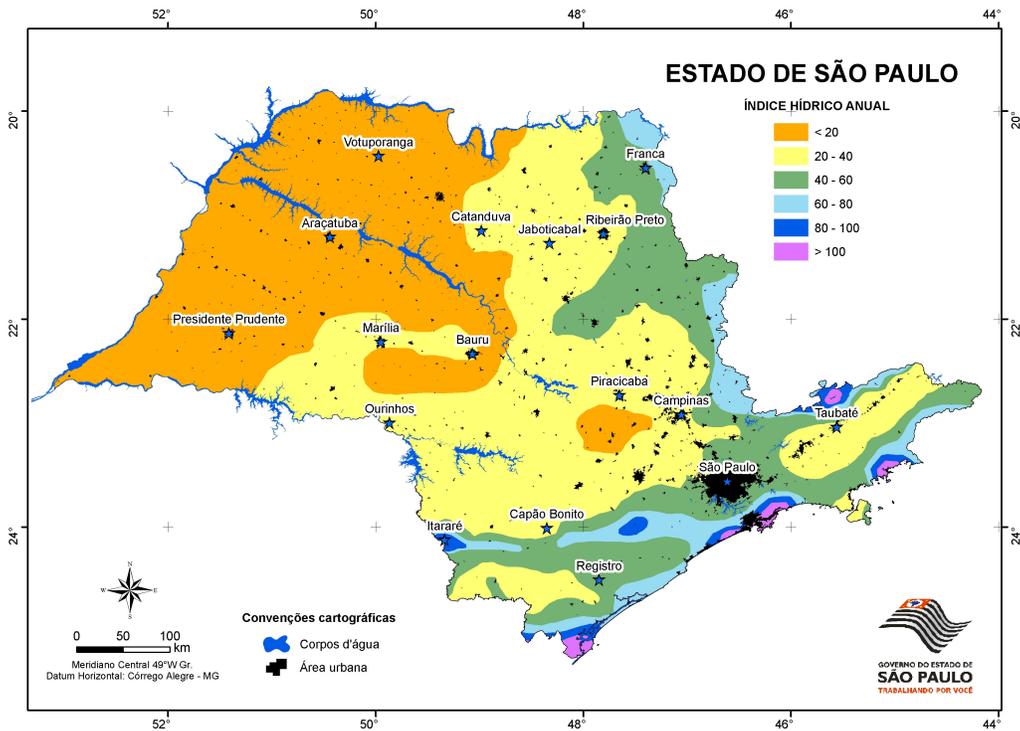


Figura 8. Índice hídrico médio anual para o Estado de São Paulo, conforme metodologia de Thornthwaite – Mather (1955).

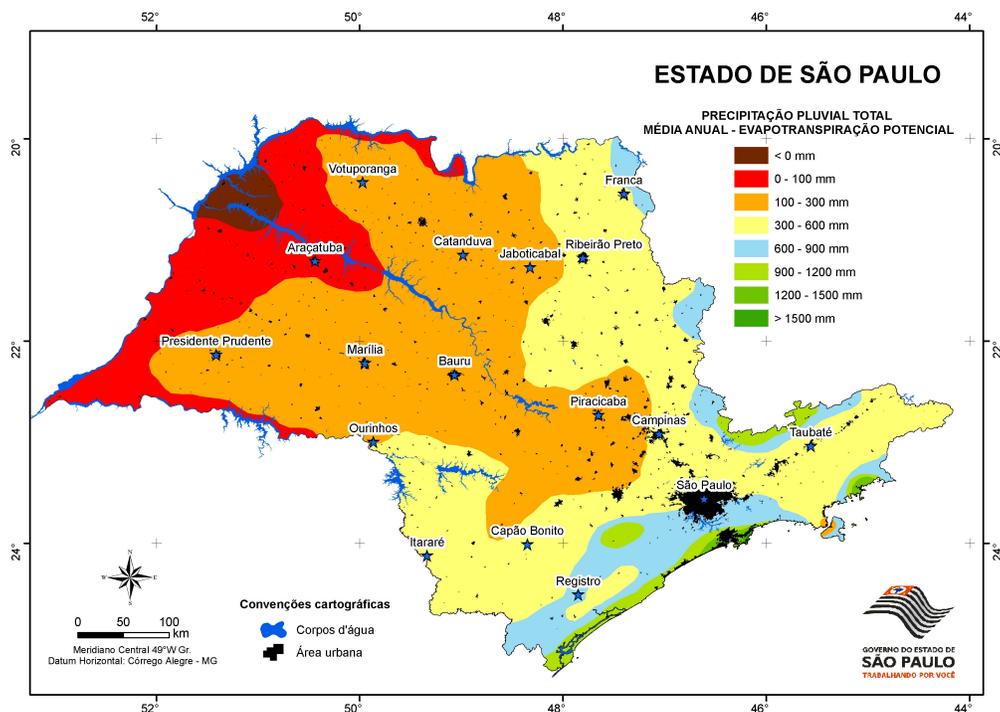
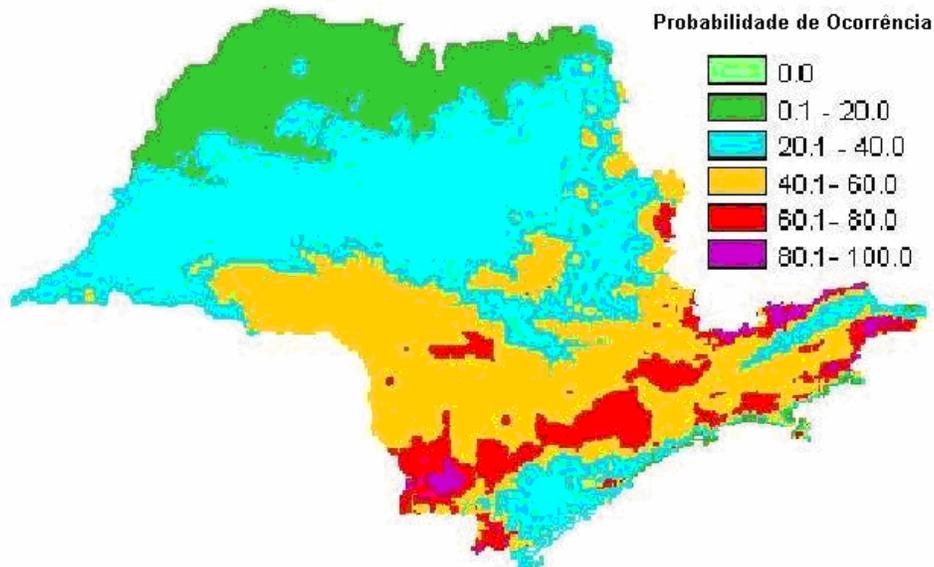


Figura 9. Diferença entre a precipitação pluvial média anual e a evapotranspiração potencial média anual no Estado de São Paulo.



**Figura 10. Probabilidades de ocorrência de temperatura mínima do ar abaixo de 2 ° C no Estado de São Paulo (Astolpho, 2005).**

## **2.2 Condições Edáficas para a Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo**

O Estado de São Paulo dispõe do levantamento de solos no nível de reconhecimento (OLIVEIRA et al, 1999), o qual apresenta grande diversidade de solos para a exploração da cana-de-açúcar.

As informações de solos desse mapa são genéricas, em compatibilidade com o nível de detalhe de Reconhecimento, e para se conhecer mais detalhadamente as condições locais dos solos e das suas respectivas condições edáficas, devem ser feitas observações pedológicas específicas para cada local (em média, uma observação a cada 20ha) como recomendado no projeto Ambicana do Programa Procana do Instituto Agrônomo de Campinas.

As características dos solos do Estado de São Paulo visando conhecer a aptidão agrícola (boa, regular, ou restrita) foram avaliadas considerando os seus

aspectos de fertilidade natural (alta, média, ou baixa), profundidade (favorável , desfavorável) e pedregosidade (presente ou ausente),

A fertilidade natural alta inclui os solos eutróficos; a fertilidade natural média considera os solos distróficos; e a fertilidade natural baixa abrange os solos ácricos, álicos, alumínicos, e alíticos.

Numa condição **favorável** de profundidade do solo, sem restrição física a livre penetração radicular, considerou-se os Latossolos, Argissolos, Luvisolos, Nitossolos, Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos; na condição **desfavorável**, considerou-se aqueles solos com grande limitação física ao crescimento radicular em profundidade (Neossolos Litólicos e Plintossolos). A **aptidão agrícola boa**, inclui solos com fertilidade natural alta, profundidade favorável e ausência de pedregosidade, a **aptidão agrícola média** considera o caráter distrófico e/ou a profundidade desfavorável, e a **aptidão restrita** considera duas ou mais condições desfavoráveis. As figuras de números 11 a 14 apresentam esta análise detalhada.

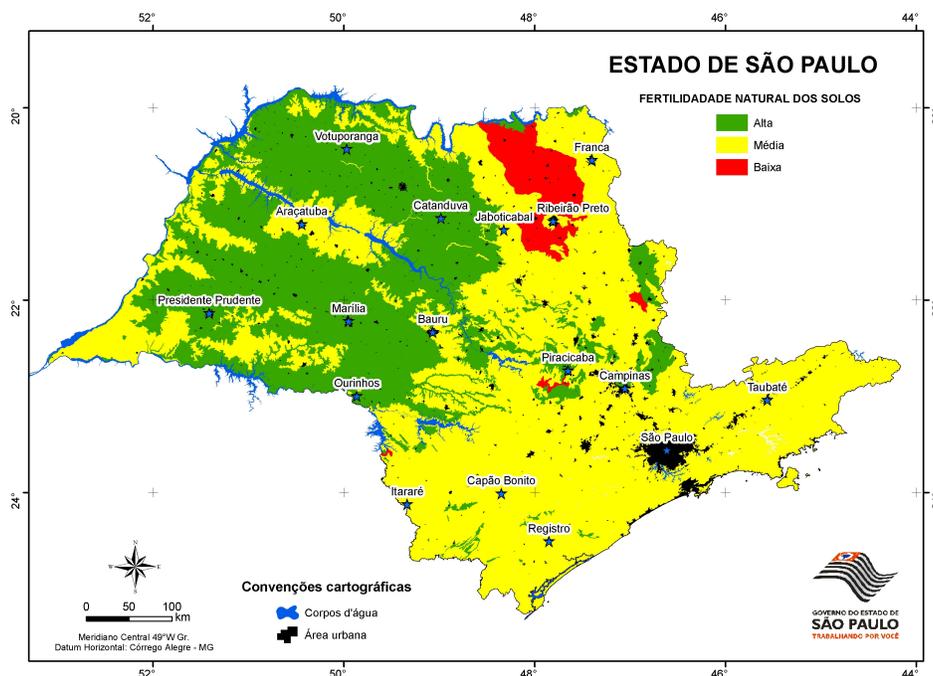


Figura 11. Classes de fertilidade natural dos solos do Estado de São Paulo.

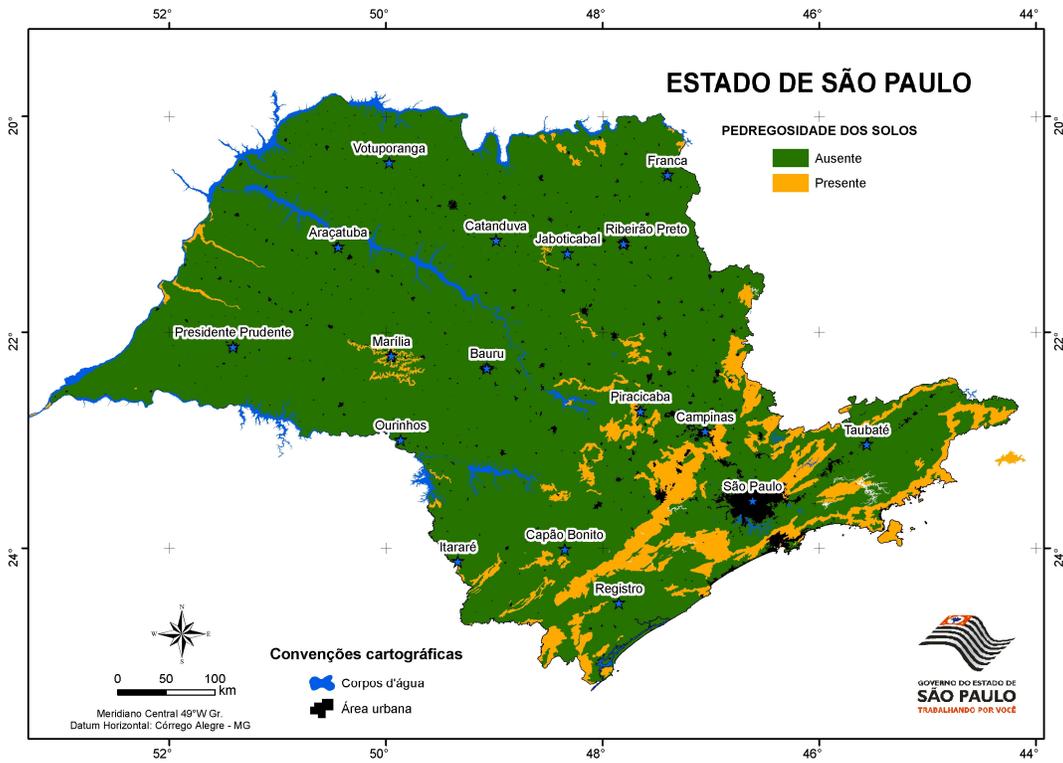


Figura 12. Ocorrência de pedregosidade nos solos do Estado de São Paulo.

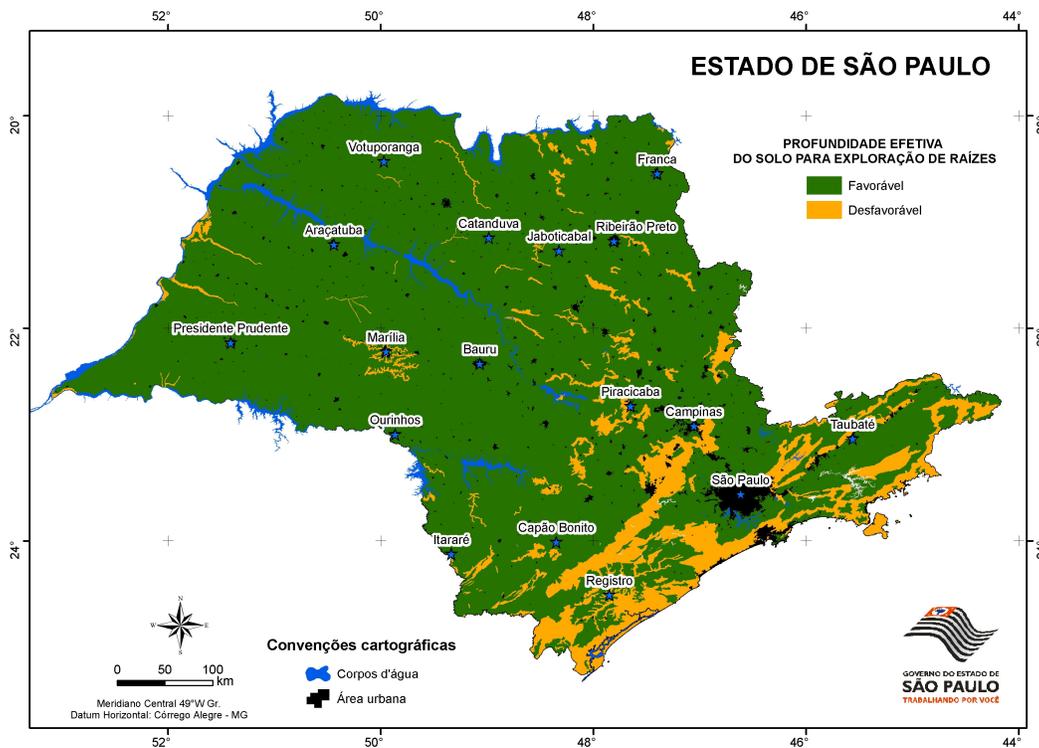
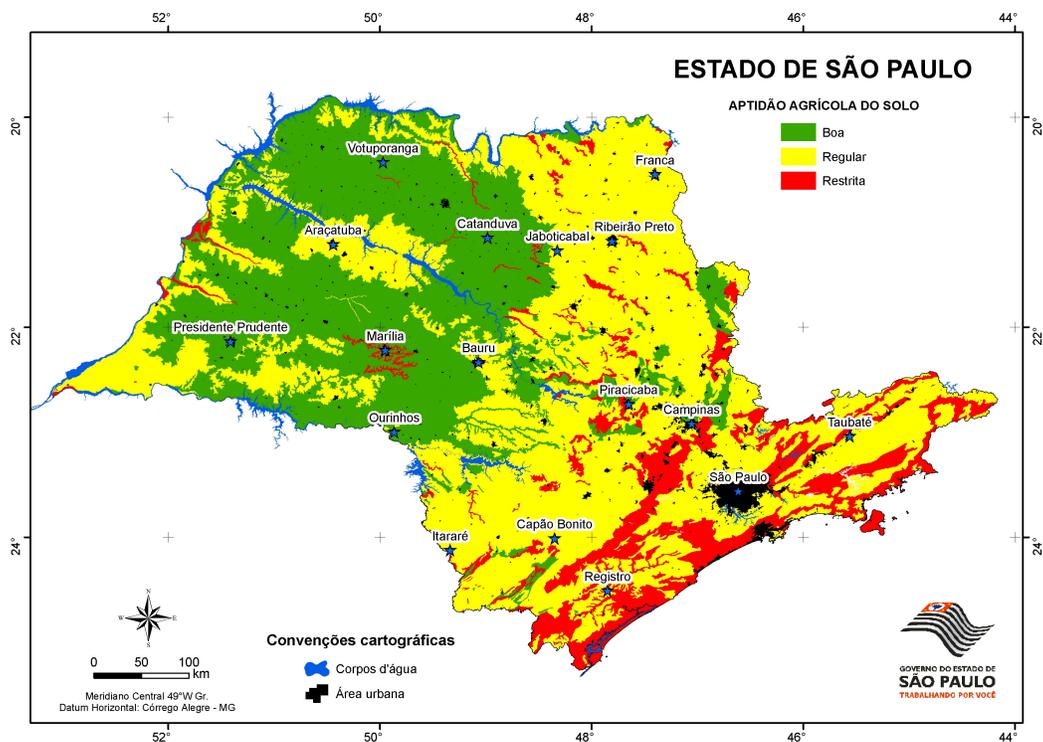


Figura 13. Profundidade efetiva do solo para exploração de raízes no Estado de São Paulo.



**Figura 14. Aptidão agrícola dos solos do Estado de São Paulo.**

### 3. APTIDÃO AGROCLIMÁTICA E EDAFOCLIMÁTICA

A caracterização climática sob o ponto de vista espacial e temporal, aliada aos detalhes de fertilidade e manejo do solo serão os atributos básicos para a quantificação edafoclimática e determinação das regiões aptas ao cultivo de culturas de interesse comercial ou subsistência às populações.

A aptidão agroclimática e o zoneamento edafoclimático são definidos nas seguintes etapas:

- 1) **Quantificação dos recursos físicos da região:** como indicada pelos mapas climáticos e pedológicos e elaborados no item acima, observando as variações temporais e espaciais, que de certo modo demonstram o risco climático para o desenvolvimento de uma determinada espécie vegetal.
- 2) **Quantificação dos termos do balanço hídrico:** indicando os períodos de excedente (Exc), deficiência hídrica (Def) e relação entre chuva e evapotranspiração ( $P - ETP$ ), e o índice hídrico (IH), os dois últimos ( $P - ETP$ ) e (IH) indicam as relações entre disponibilidade de energia e suprimento hídrico.

- 3) **Quantificação das exigências climáticas das culturas:** as faixas térmicas ou hídricas favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento da espécie vegetal em estudo e sobreposição com os atributos de solo (fertilidade natural, manejo) e definição das faixas edafo-climaticamente favoráveis ou aptas à exploração comercial e fatores restritivos ou não associados são etapas indispensáveis ao zoneamento.
- 4) **Interação entre os parâmetros descritos nos itens um a três:** definição das faixas agroclimáticas para cultivo. Estas faixas ou zonas climáticas são basicamente três, como segue:
- **Zona Apta** – quando não há nenhuma restrição sob o ponto de vista climático para cultivo, e os riscos climáticos associados desprezíveis;
  - **Zona Marginal** – quando sob o ponto de vista climático em alguma fase da cultura pode ocorrer, ou tem certa probabilidade não elevada, deficiência hídrica, baixas temperaturas ou chuvas intensas na colheita. Desta maneira, alguma prática faz-se necessária para sobrepor a esta anomalia;
  - **Zona Inapta** – quando sob o ponto de vista climático ocorrem anomalias com alta frequência que inviabilizam a exploração comercial. Exemplos de geada forte com alta incidência, períodos secos muito prolongados.

Da combinação das três zonas climáticas com os atributos de solo, temos o zoneamento edafo-climático para determinada cultura.

### **3.1 Requerimentos climáticos das culturas**

A determinação das exigências térmicas ou hídricas de uma espécie vegetal pode ser feita pelas seguintes metodologias:

#### **A. Análise da região de origem**

Conhecendo-se a região de origem de uma espécie vegetal, e pela caracterização do clima desta região e sua flutuação espacial e temporal, podem ser definidos e quantificados os parâmetros térmicos ou hídricos favoráveis ao seu desenvolvimento. Contudo, a aproximação deve ser

observada com certa cautela, devido aos programas de melhoramento vegetal, em especial os voltados à tolerância ou resistência a fatores ambientais adversos.

### **B. Análise de exploração comercial**

O critério neste caso é o mesmo em **A**, ressaltando-se que, neste caso, os possíveis melhoramentos genéticos e os fatores de tolerância já estão incorporados e a situação retratada é a real.

### **C. Ensaio de épocas ou regiões de plantio**

Neste caso, ensaios de épocas de plantio e do comportamento vegetal em diferentes regiões edafoclimáticas são realizados juntamente com a resposta fisiológica ou agrônômica da cultura, e os parâmetros climáticos contabilizados, de modo que se podem estabelecer os limites agroclimáticos aos aspectos agrônômicos que melhor atendem a cultura.

Uma vez descritos e definidos os critérios descritos em **A**, **B** ou **C** e pela sobreposição com os aspectos abordados anteriormente define-se o Zoneamento Edafoclimático para uma cultura, que pode ser compreendidos sob dois enfoques:

- i. Conhecendo-se a região em estudo, e com base nas suas características agroclimáticas, meteorológicas e pedológicas, e quais as culturas que podem ser desenvolvidas economicamente na região em vista de suas exigências climáticas e do que a região pode oferecer;
- ii. Por outro lado, o zoneamento pode ser visto como uma ferramenta associativa, ou seja, tendo-se a cultura e os seus requerimentos bioclimáticos, em quais regiões que essas características permitem seu cultivo.

No presente estudo, as características ou requerimentos bioclimáticos foram determinados considerando-se todos esses aspectos. Em todos os processos a análise foi embasada com a revisão bibliográfica correspondente.

O trabalho foi desenvolvido baseando-se nos conceitos básicos de determinação da aptidão agroclimática de culturas, perenes utilizando-se dados mensais médios de temperatura do ar, precipitação pluvial e os parâmetros do

Balanço Hídrico. Uma vez que o estudo foi desenvolvido para cultura considerada perene, os requisitos básicos introduzidos pelo Ministério da Agricultura-Pró Agro, com relação ao índice ISNA não se aplicam. No presente estudo os índices de risco, como seca, chuva excessiva, ou geada, foram também considerados em escala mensal ou trimestral, e correlacionados ao fator anual. No caso da avaliação do fenômeno seca a sua caracterização foi efetuada considerando-se a deficiência hídrica anual, assim como os valores da deficiência hídrica trimestral, indicando o efeito deste parâmetro e por consequência o baixo índice pluviométrico que poderá afetar o estabelecimento da população na cana soca, mas também indicando as condições médias no período indutivo à maturação e posterior colheita.

#### **4. FAIXAS CLIMÁTICAS E APTIDÃO DA CULTURA**

**As faixas térmicas consideradas foram as seguintes:**

- a) Temperatura média anual inferior a 20 °C – considerada inapta à cultura em escala comercial com problemas de maturação e riscos de geada;
- b) Temperatura média anual entre 20 e 21 °C considerada marginal;
- c) Temperatura média anual superior a 21 °C considerada ótima para a cultura.

Ressalta-se que a temperatura média anual do ar aqui apresentada é cerca de 1,0 a 1,2°C acima da temperatura média do ar compensada, pois se trabalhou com a média aritmética entre os valores máximos e os mínimos da temperatura do ar.

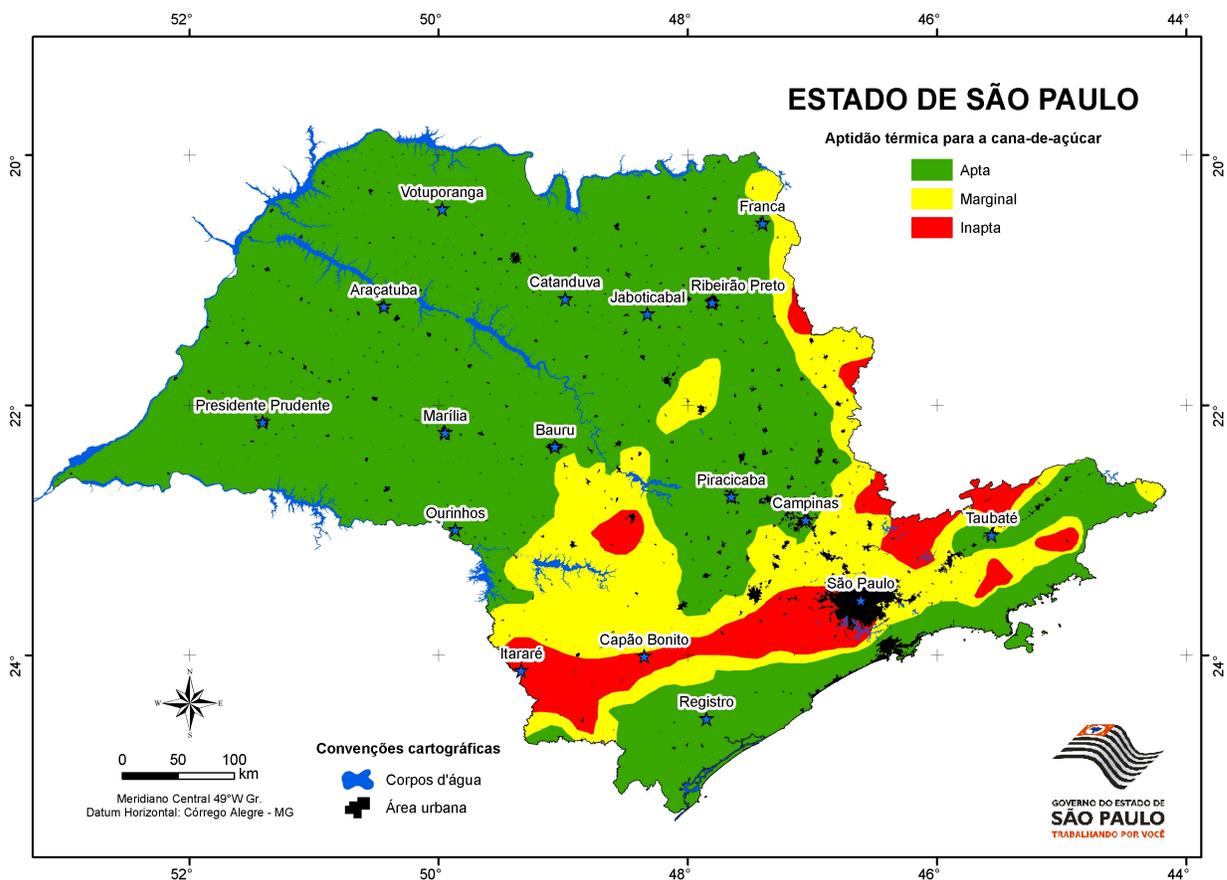
No caso da deficiência hídrica anual os limites utilizados foram:

- a) deficiência hídrica anual inferior a 5 (cinco) mm – inapta ;
- b) deficiência hídrica anual entre 5 (cinco) e 10 mm – Marginal ;
- c) deficiência hídrica anual superior a 10 e inferior a 250 mm – Apta.

Para o índice hídrico as faixas estabelecidas foram:

- a) índice hídrico anual superior a 80 – Inapta , excesso de umidade;
- b) índice hídrico entre 60 e 80 – Marginal;
- c) índice hídrico abaixo de 60 e superior a **-20** – Apta.

Estas características deram origem aos mapas apresentados nas figuras 15 a 19, sendo que as de números 15 a 17, são referentes aos parâmetros básicos analisados, e as de números 18 a 19 são referentes às interações com a temperatura do ar. Observa-se que o fator limitante climático é a deficiência hídrica, de modo que o cruzamento dos três parâmetros climáticos define o mapa da aptidão agroclimática desta cultura como indicado na figura 20. Contudo, uma análise detalhada na faixa marginal a apta indica que é possível a exploração comercial desta cultura, pois os atributos de solo permitem sobrepor ao aspecto de deficiência hídrica sazonal., ou seja o solo tem uma maior capacidade de reter água ( Brunini, 1975) .Esta análise permitiu à definição do mapa de aptidão climática plena indicada na figura 21.



**Figura 15. Faixas térmicas anuais e aptidão para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.**

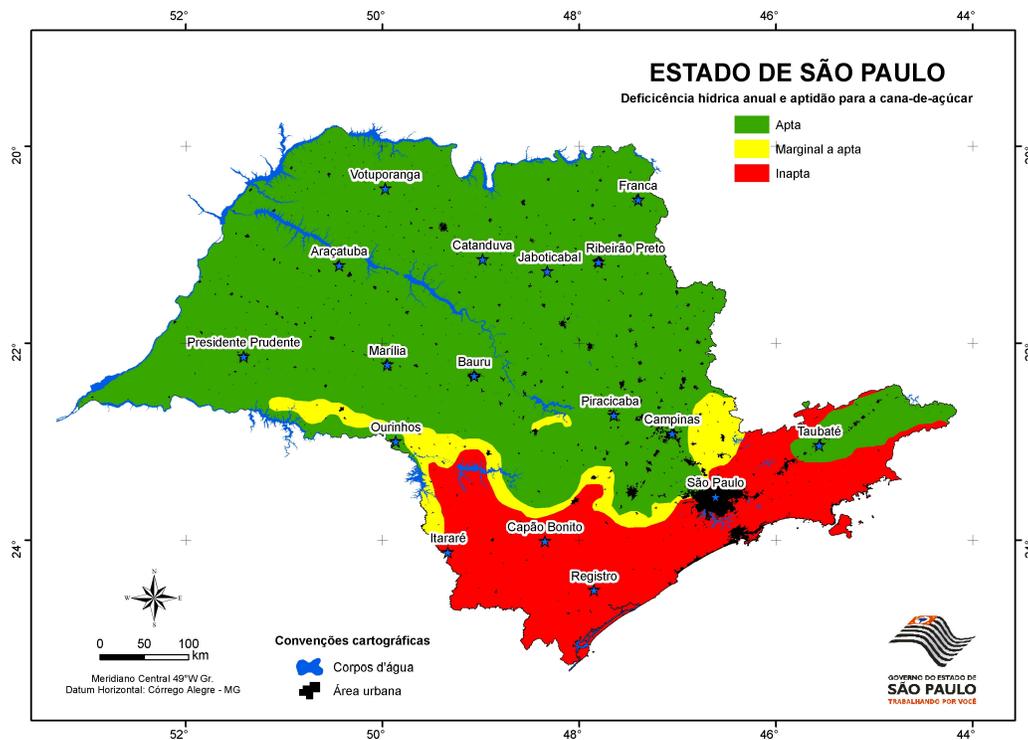


Figura 16. Faixas de deficiência hídrica anual e aptidão para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

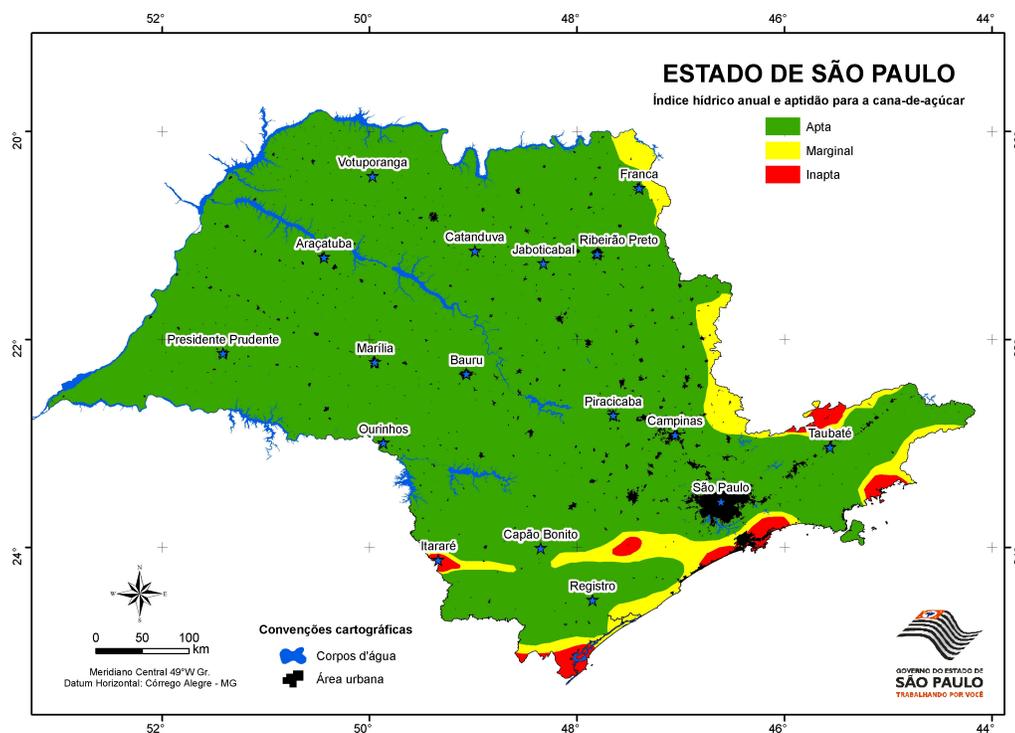
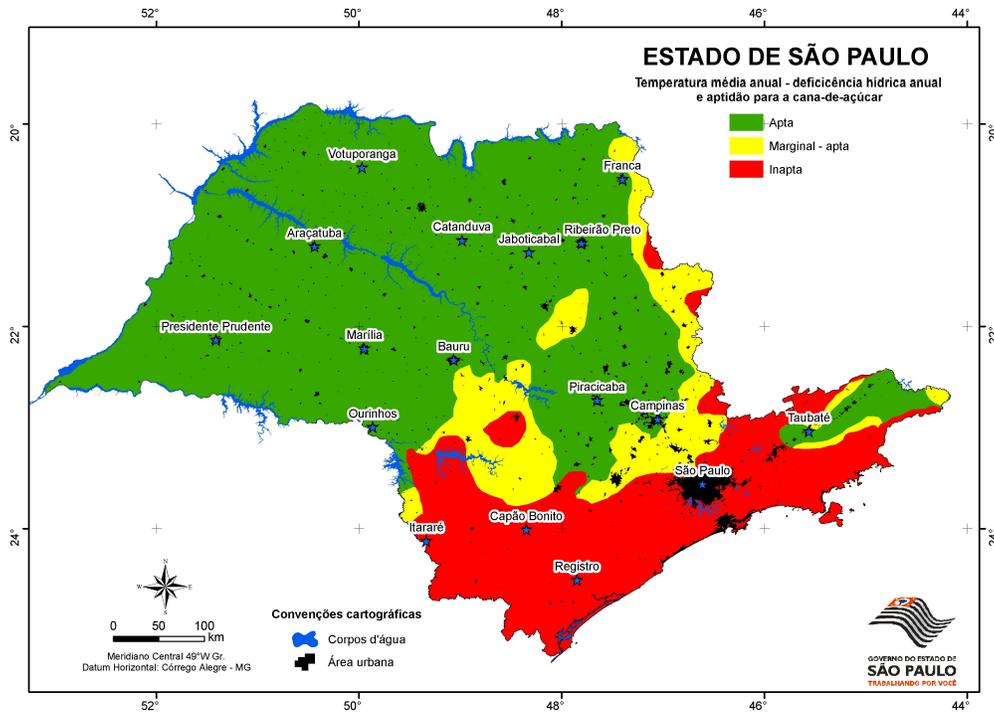
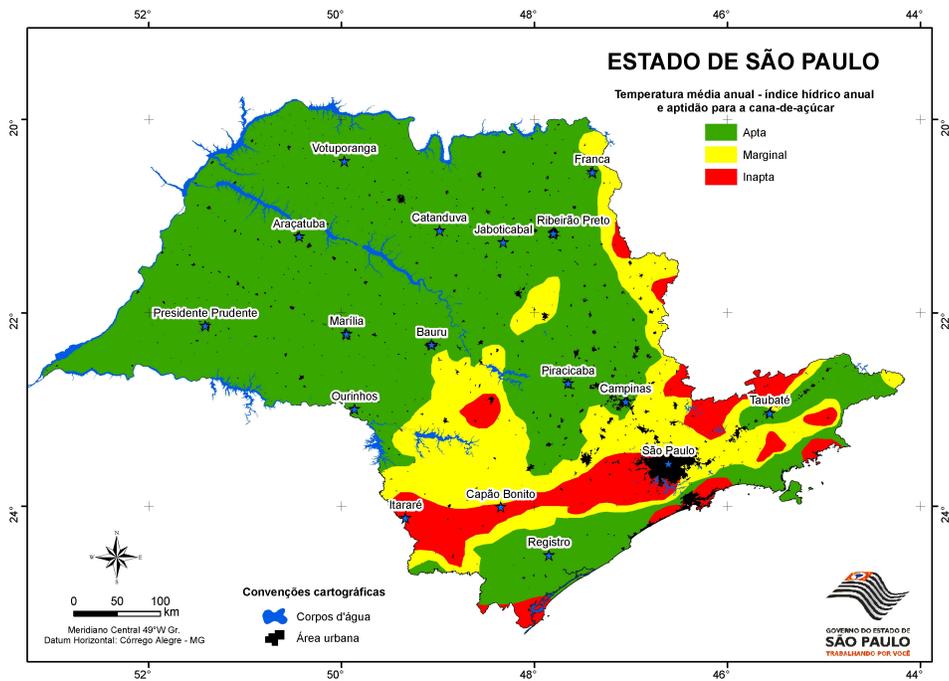


Figura 17. Faixas de índice hídrico anual e aptidão para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.



**Figura 18. Aptidão agroclimática para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, baseando-se em características da temperatura do ar e deficiência hídrica.**



**Figura 19. Aptidão agroclimática para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, baseando-se em características da temperatura do ar e índice hídrico.**

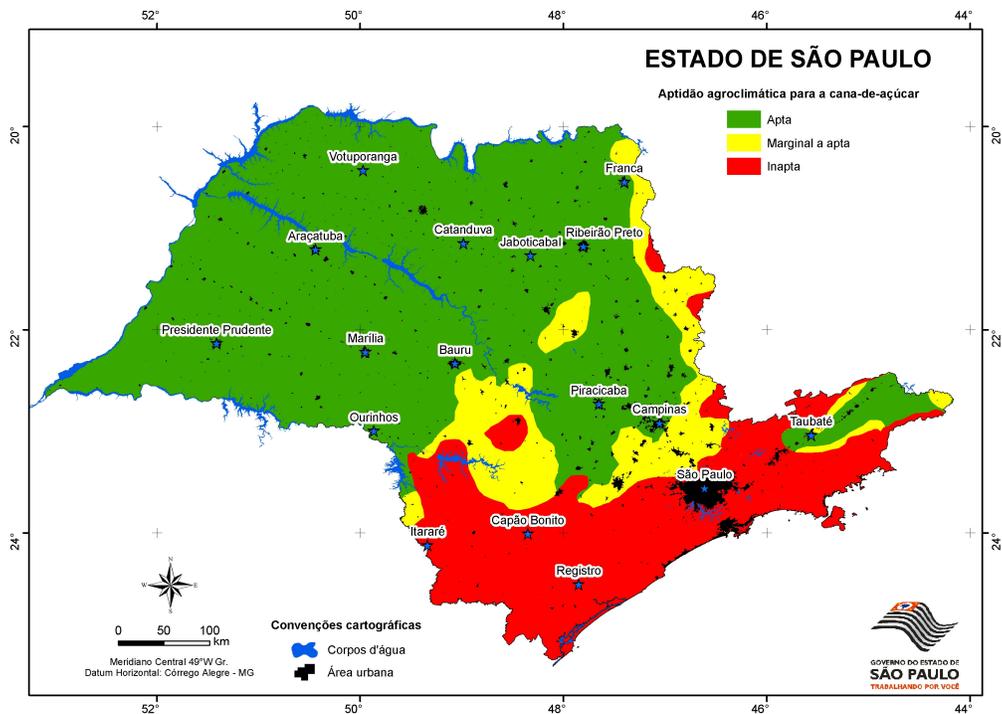


Figura 20. Aptidão agroclimática para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, baseando-se nos três parâmetros climáticos.

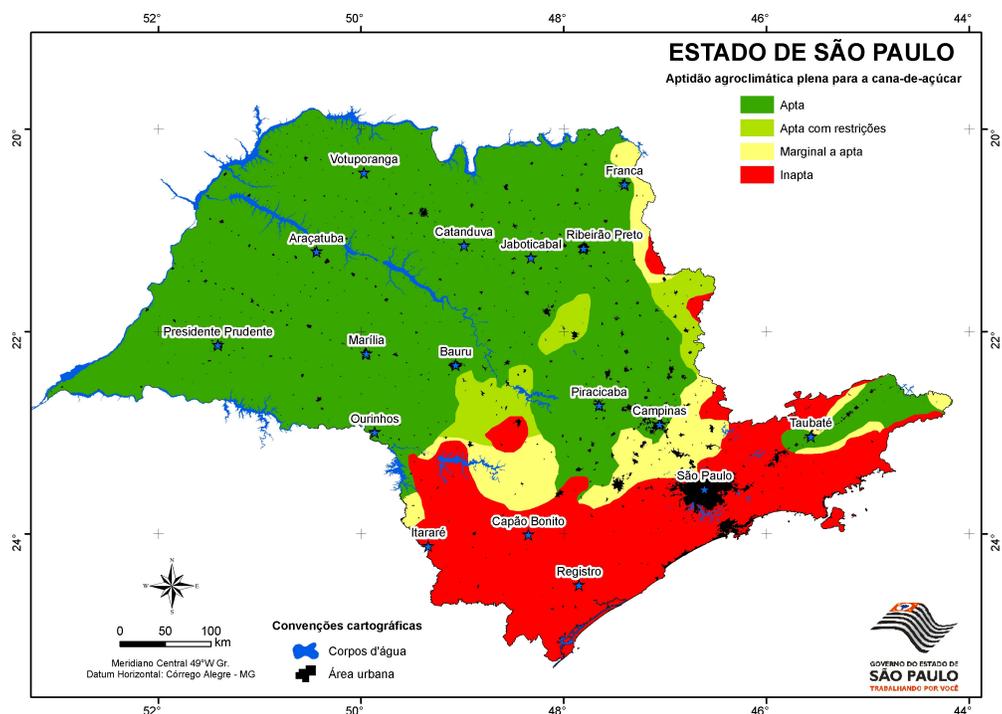


Figura 21. Aptidão agroclimática plena para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, baseando-se nos três parâmetros climáticos, e a característica de retenção de água no solo.

## 5. APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA

Na composição dos mapas edafoclimáticos, foram utilizados dois conceitos, sendo o primeiro definido como aptidão edafoclimática onde as áreas climáticas mantiveram-se restritas aos conceitos iniciais. O outro conceito, definido como “aptidão agroclimática plena” refere-se à inclusão de uma faixa considerada marginal à apta como faixa apta, devido a condições locais e de retenção de água no solo, como descrito no **item 4**.

Estes dois tipos de aptidão edafoclimática são apresentados nas figuras 22 a 29 , com as combinações de fertilidade, manejo e aptidão agrícola dos solos.

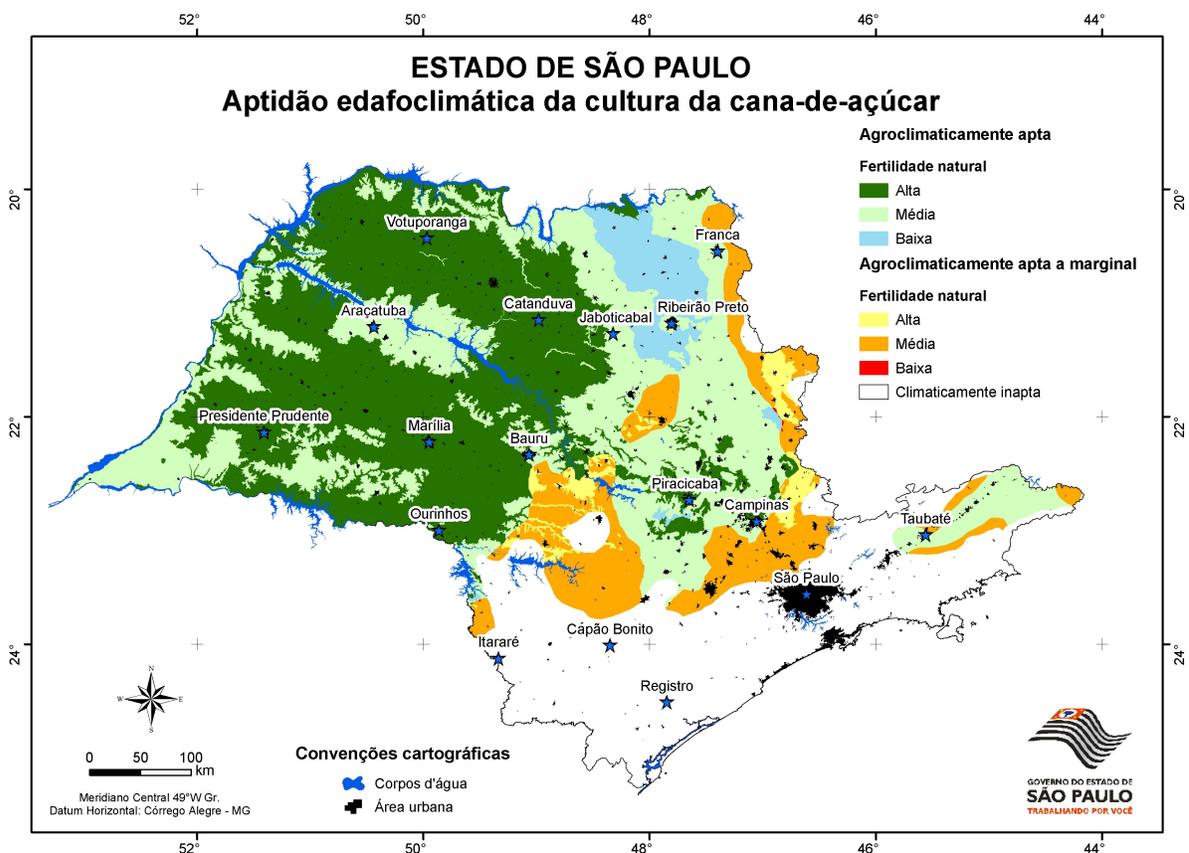


Figura 22. Aptidão edafoclimática para a cultura da cana-de-açúcar considerando o clima e nível de fertilidade natural dos solos.

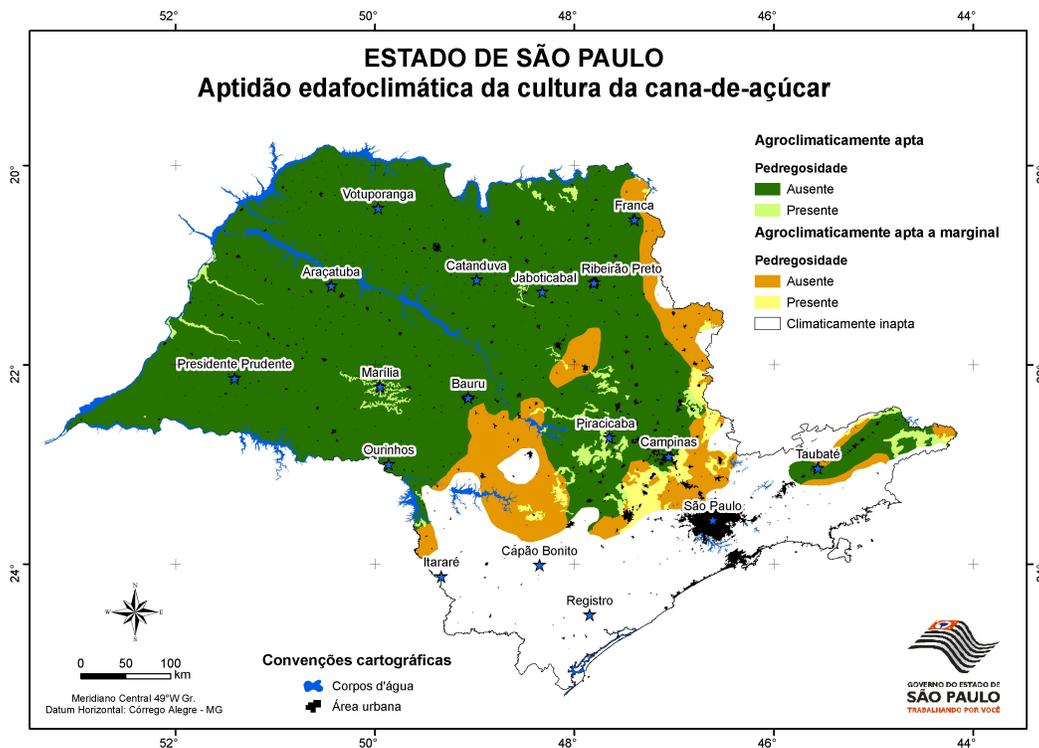


Figura 23 Aptidão edafoclimática para a cultura da cana-de-açúcar considerando o clima e ausência ou presença de pedregosidade.

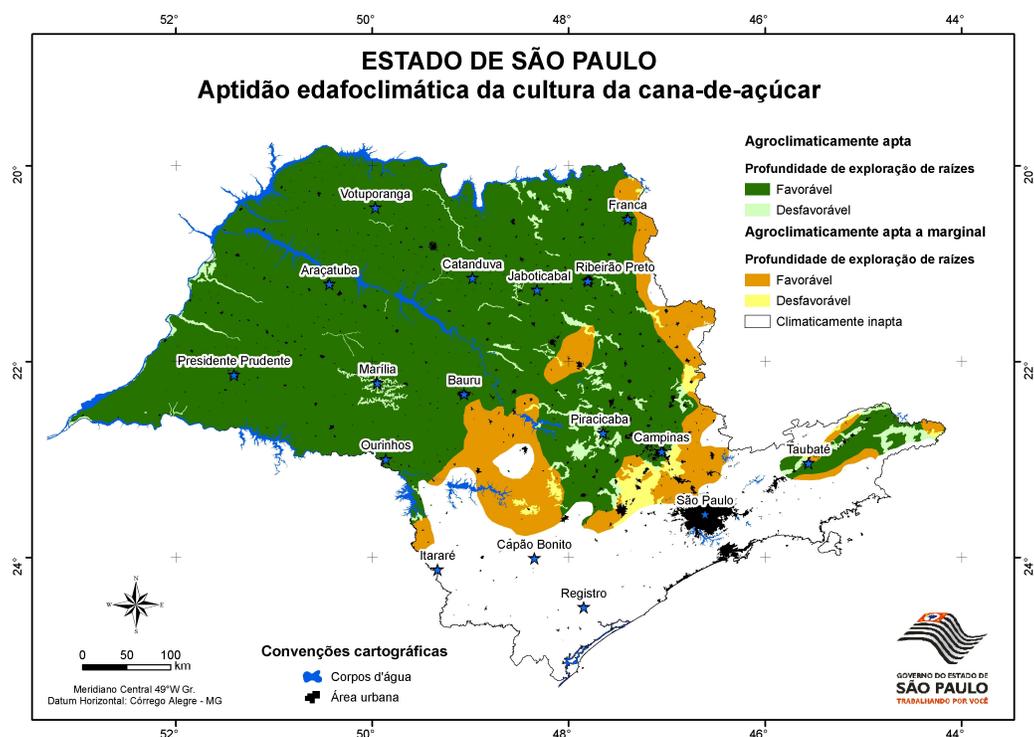


Figura 24. Aptidão edafoclimática para a cultura da cana-de-açúcar considerando o clima e capacidade de exploração de raízes.

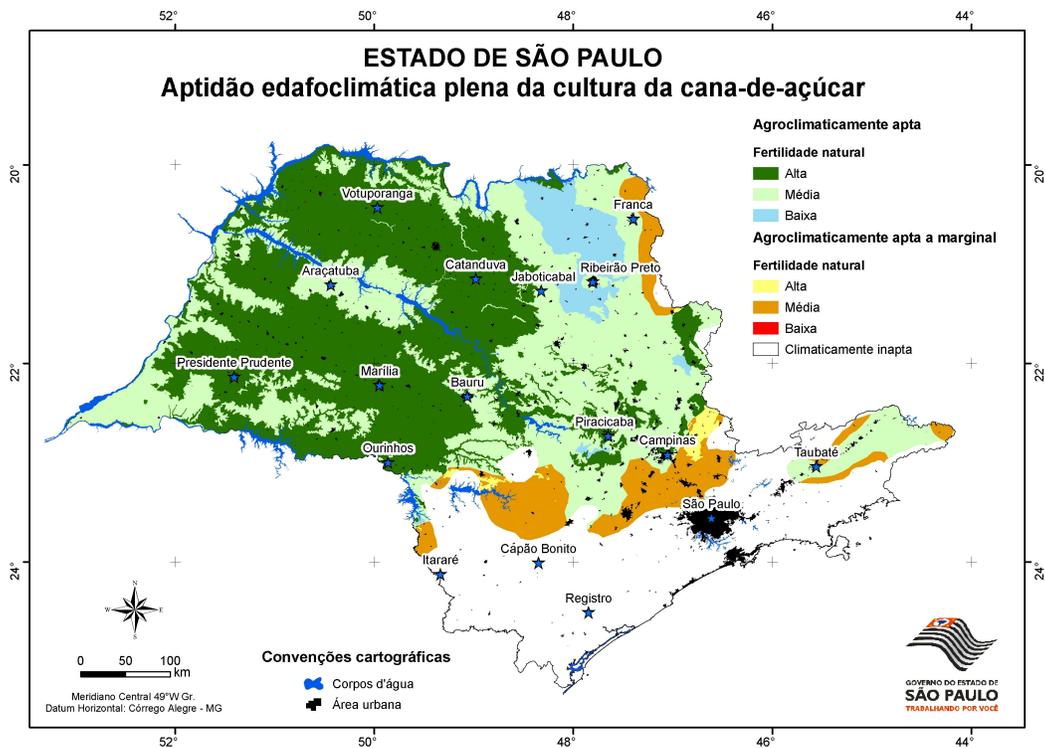


Figura 25. Aptidão edafoclimática plena para a cultura da cana-de-açúcar, considerando o clima e nível de fertilidade natural dos solos.

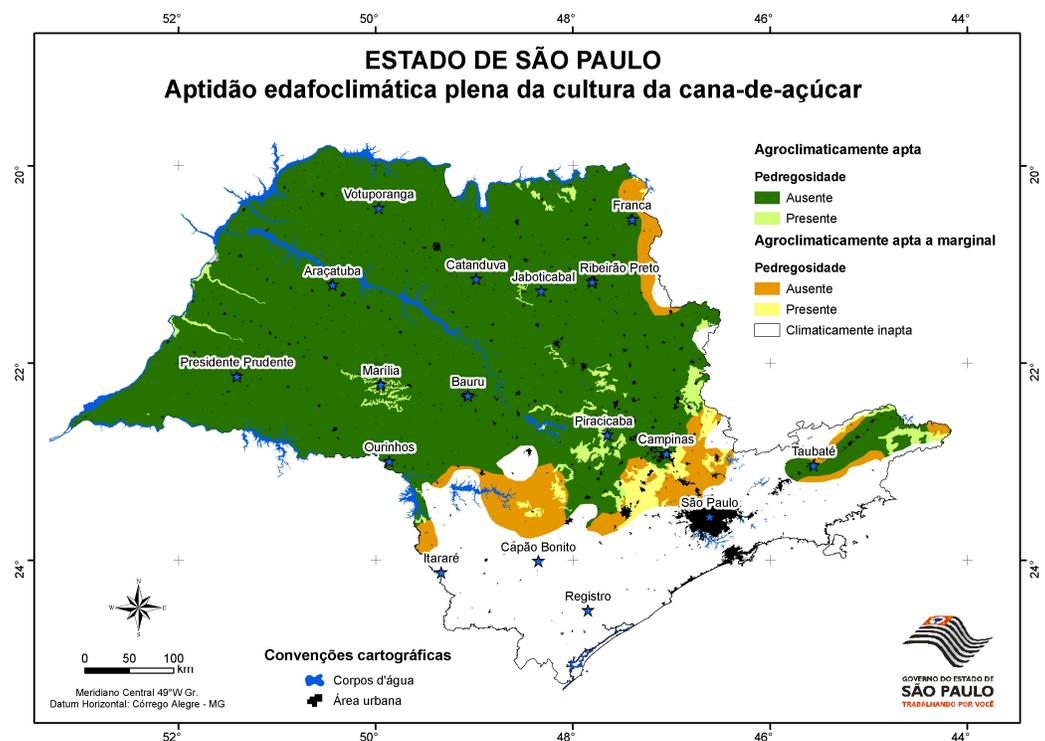


Figura 26 Aptidão edafoclimática plena para a cultura da cana-de-açúcar, considerando o clima e ausência ou presença de pedregosidade.

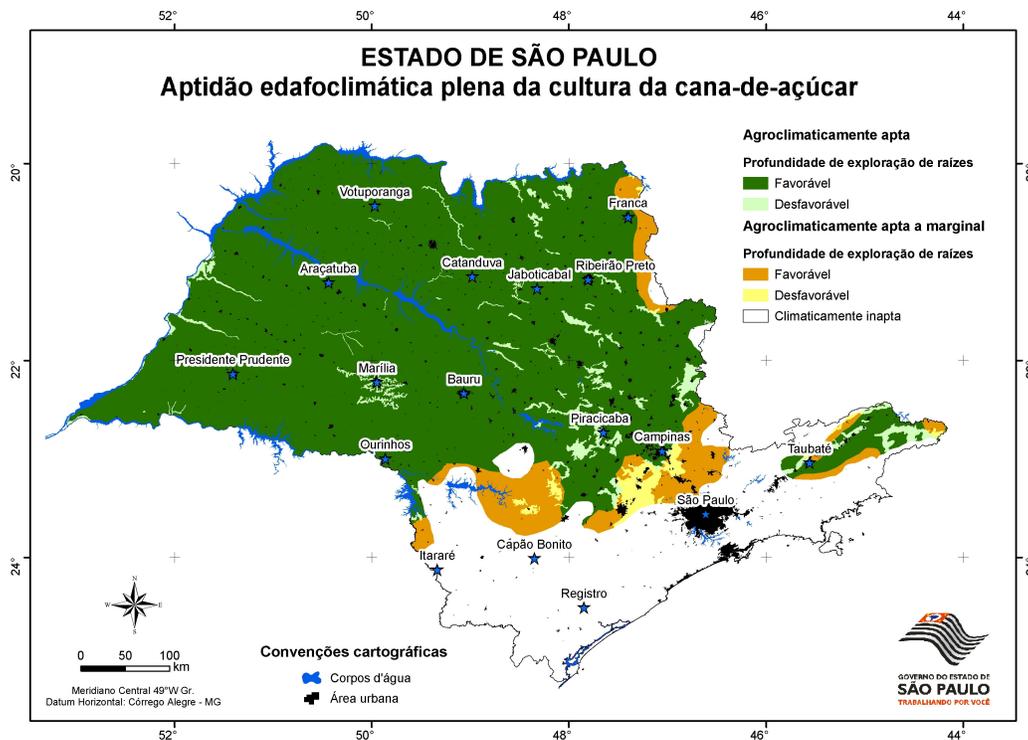


Figura 27 Aptidão edafoclimática plena para a cultura da cana-de-açúcar, considerando o clima e capacidade de exploração de raízes.

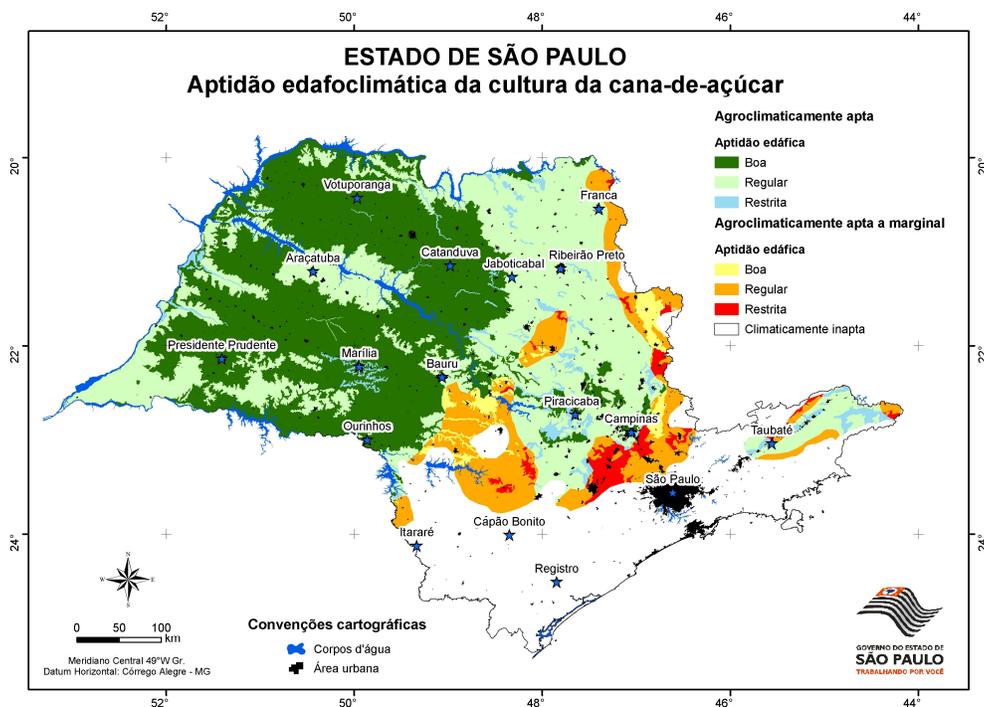


Figura 28. Aptidão edafoclimática para a cultura da cana-de-açúcar, considerando os atributos de clima e solos.

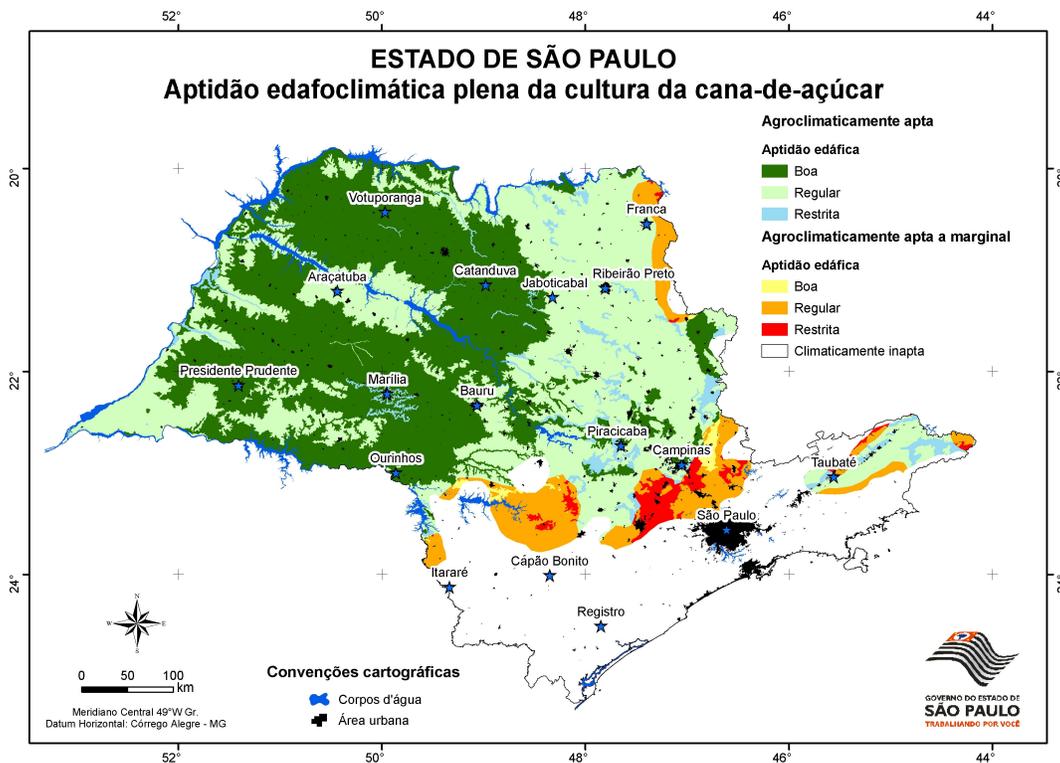


Figura 29. Aptidão edafoclimática plena para a cultura da cana-de-açúcar, considerando os atributos de clima e solo.

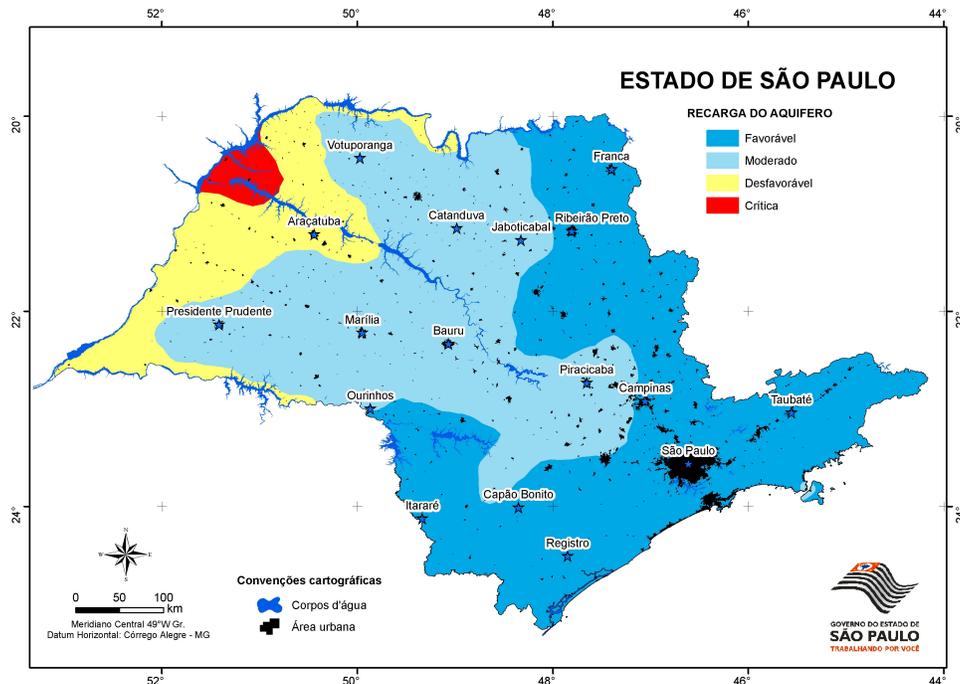
## 6. RECARGA DOS AQUÍFEROS E MECANIZAÇÃO

Uma análise incluída neste estudo é a potencialidade de recarga dos aquíferos, e em especial o **Guarani**. Esta análise foi feita com base na relação P – ETP, e avaliando-se as possíveis recargas do aquífero ou mesmo o uso excessivo da água do lençol freático.

Esta análise é apresentada na figura 30, onde se observa que no extremo oeste do Estado técnicas agrônômicas devem ser implantadas para reduzir o efeito de redução da recarga dos aquíferos e também contaminação por agroquímicos. Esta ação deve ser feita para qualquer exploração agrícola., e não somente para a cana de açúcar .

Além disto, com a eliminação das queimadas, o processo de mecanização poderá ser prejudicado em regiões de declive acentuado. Embora novas tecnologias de manejo e transporte estejam sendo desenvolvidas, deve-se olhar

este parâmetro cuidadosamente e verificar o limite máximo de declive que permite esta mecanização e incluir outras culturas como opção à cana-de-açúcar, notadamente frutíferas, e outras de subsistência alimentar.



**Figura 30. Potencialidade de recarga dos aquíferos em função da precipitação pluvial e demanda climática.**

## 7. CONCLUSÕES

A análise climática e edáfica combinadas mostraram que é viável a exploração e expansão da cultura da cana-de-açúcar no Estado. Com a redução da queimada e locais impossibilitados da colheita mecânica, outras opções de cultivo como frutíferas ou culturas bioenergéticas como pinhão manso ou girassol devem ser avaliadas.

O trabalho ainda deverá ser aprimorado com a inclusão dos fatores sócio-econômicos, um índice de saturação ambiental que permita definir o número adequado de usinas e/ou área plantada por Bacia Hidrográfica do Estado; uma análise das áreas de conectividade ambiental para flora e fauna, baseando-se no Projeto Biota, e opções agrícolas para suporte a outras culturas energéticas ou alimentares.

## 8. INDAGAÇÕES PARA O BRASIL

Com base nas informações climáticas foram gerados também os mapas climáticos preliminares para o Brasil apresentado nas figuras 31 a 33 e em consequência o Zoneamento Agroclimático exploratório para a cana-de-açúcar e para o pinhão manso (figuras 34 a 37).

Observa-se que este tipo macro de análise não reflete as reais condições de cultura em especial para a cana-de-açúcar. Desta maneira, o ideal e mais preciso que este tipo de estudo fosse caracterizado em nível das Secretarias do Estado, permitindo uma melhor análise e menores distorções.

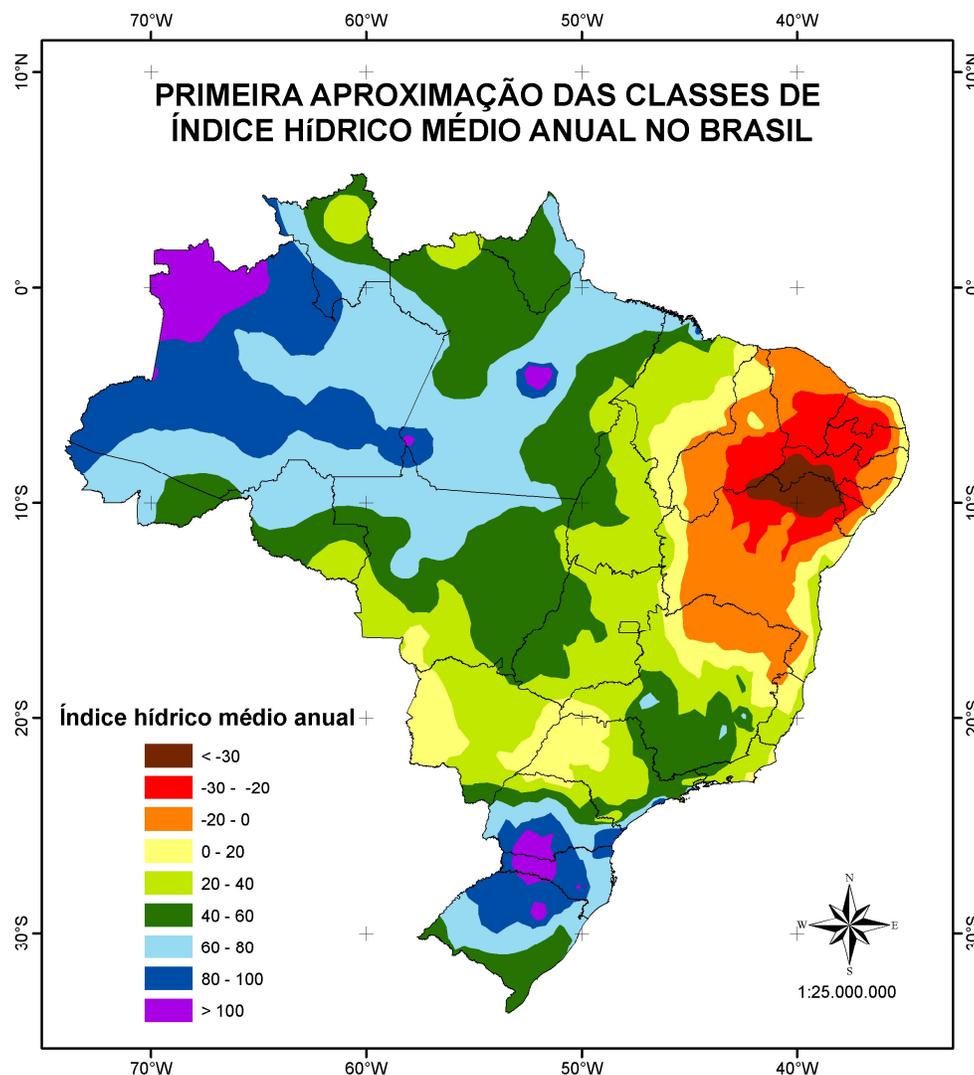
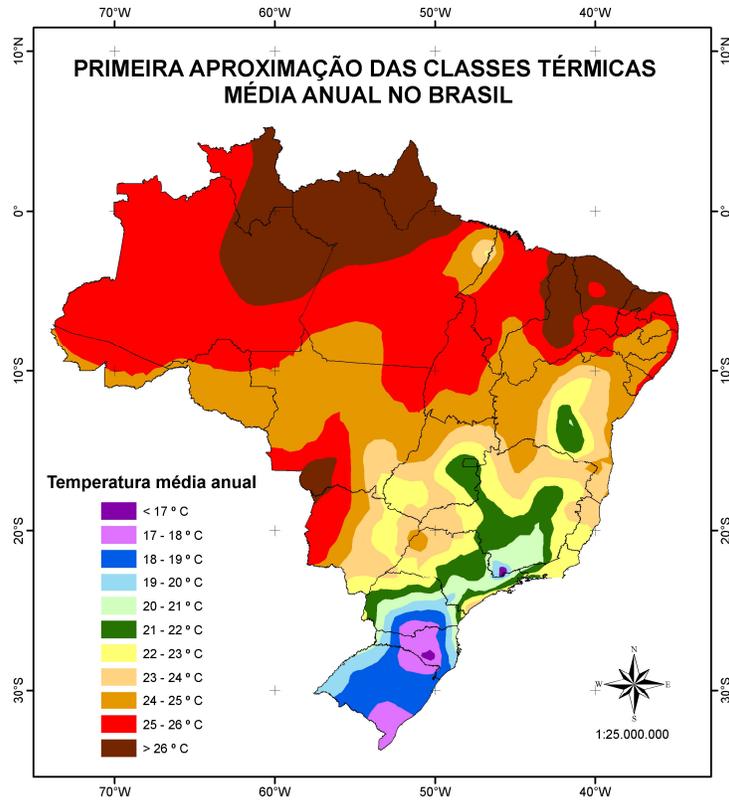
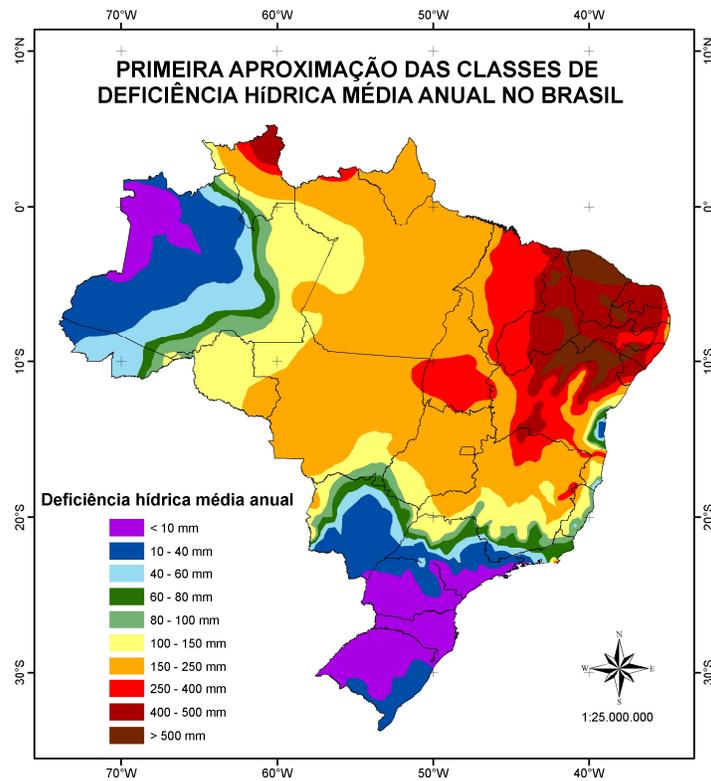


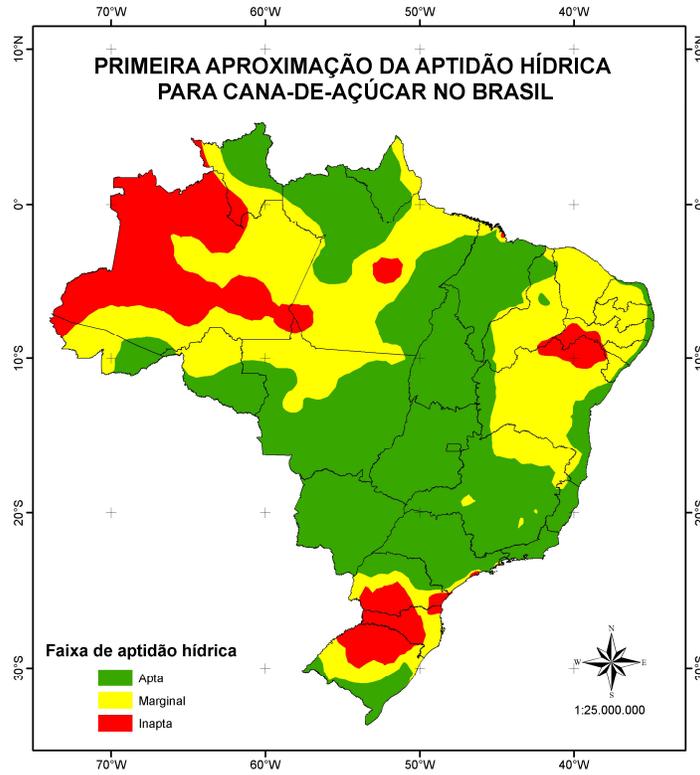
Figura 31. Índice hídrico médio anual para o Brasil.( 1ª aproximação)



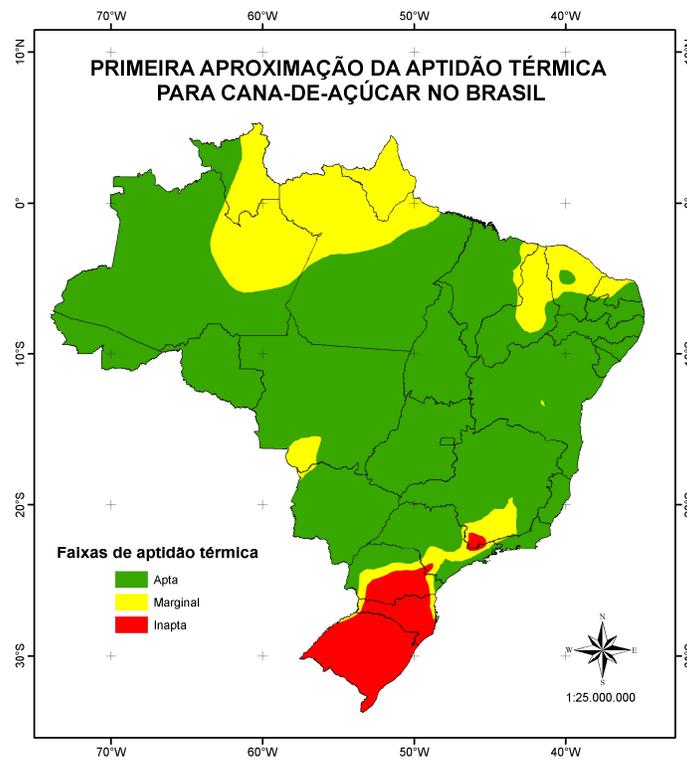
**Figura 32. Isotermas médias anuais para o Brasil – (1ª aproximação.)**



**Figura 33. Deficiência hídrica média anual para o Brasil – (1ª aproximação)**



**Figura 34. Aptidão hídrica para a cana-de-açúcar no Brasil.(1ª aproximação)**



**Figura 35. Aptidão térmica para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil.  
( 1ª aproximação)**

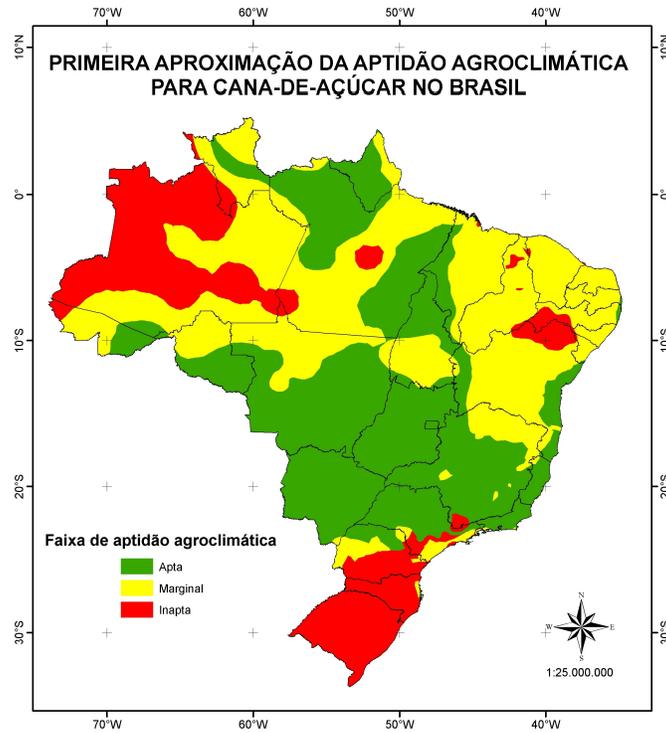


Figura 36. Aptidão agroclimática para a cana-de-açúcar no Brasil – 1ª aproximação.

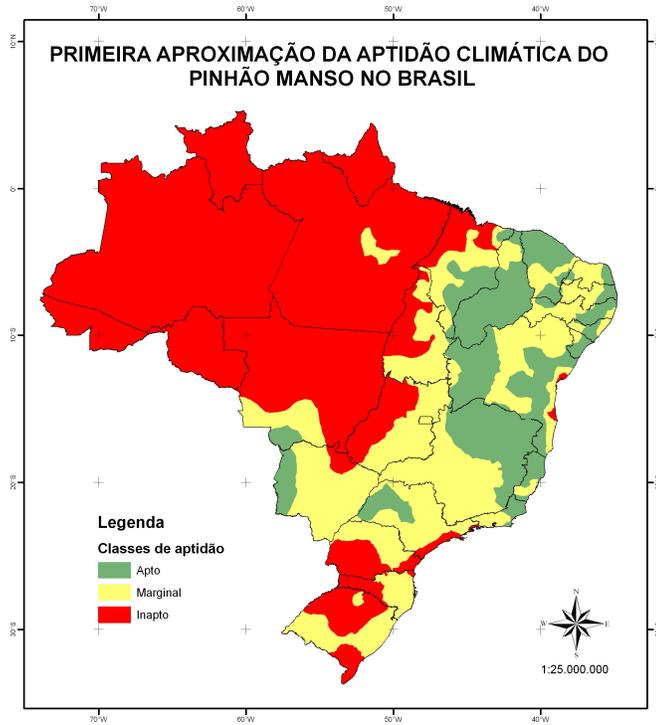


Figura 37. Aptidão agroclimática para o Pinhão Manso no Brasil – 1ª aproximação.

## BIBLIOGRAFIA

ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BARBIERI, W.; BRUNINI, O. Aptidão Climática para a cana-de-açúcar. In: Fundação CARGILL. (Org.). **Cultura da cana-de-açúcar no Brasil**. Campinas, 1987, p. 42-53.

BRUNINI, O. Determinação da água disponível em latossolo roxo em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, 1975, Anais...Campinas SPCS, 1975. p13-15

BRUNINI, O. Temperatura do ar e cultura da Cana de Açúcar. 1997. (Apresentação de trabalho/Seminário-Procana- 35 páginas

BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R..Zoneamento Agroclimatico - Material e Métodos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13, 1980, Londrina. Anais.. Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo IAPAR, 1980. v. XIII, p. 162-187.

BRUNINI, O. Temperatura do ar e cultura da cana-de-açúcar. In: Curso de Agrometeorologia e cultura da cana-de-açúcar. Ribeirão Preto. Núcleo de Agronomia da Alta Mogiana, 1997. 40p. (Mimeografado).

BRUNINI, O.; CAPUTI, E. Balanço hídrico. 2001-Software-sistema Windows.

BRUNINI, O. Culturas bioenergéticas- Zoneamento e restrições climáticas. 2007.

CAMARGO, A.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.. Aptidão Ecológica de Culturas Agrícolas. In: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (Org.). **Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo**. CAMPINAS, 1977, V. II, p.7-131.

CAPUTI, E.; BRUNINI, O.. Balanço Hídrico do Estado de São Paulo-

Geoinformação na Internet. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 14., 2006, Ribeirão Preto.. Ribeirão Preto: Instituto de Zootecnia - Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 2006. v. 1, p. 1-1. (CD) Anais...

FERRAZ, F.M; BRUNINI, O.; CARVALHO, J.P.; BRUNINI, A.P.C. . Potencialidade da cana-de-açúcar. Agriannual (São Paulo), v. 1, p. 23-28, 2007.

Governo do Estado da Bahia. Atlas Climatológico do Estado da Bahia. Salvador: Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia, 1977.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M. N.;ROSSI,M.;CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo  
Campinas: Instituto Agrônômico/EMBRAPA, 1999. (escala 1:500.000).

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Potafos: Piracicaba, 2005. p.12-17.

PRADO, H. Pedologia fácil: aplicações na agricultura. Piracicaba, 2007. 205p.

SIVAKUMAR, M V K; DAS, H P; BRUNINI, O. Impacts of Present and Future Climate Variability and Change on Agriculture and Forestry in the Arid and Semi-arid Tropics. In: SALINGER, J.; SIVAKUMAR, M.V.K.; MOTHA, R. (Org.). **Increasing Climate Variability and Change-Reducing the vulnerability of agriculture and forestry**. Dordrecht-The Netherlands, 2005. v. 70, p. 31-72.

THORNTHWAITE,C W.; MATHER, J R. The water balance- Centerton New Jersey. 1955. 104P. 1955.

### **Equipe Técnica e Suporte**

**Orivaldo Brunini**

Eng. Agr. Pesquisador – SAA – APTA – IAC – CIIAGRO

**João Paulo de Carvalho**

Análise de Sistemas – Estagiário – SAA – APTA – IAC – CSRA

**Alceu Linares Pádua Júnior**

Eng. Agr. Pesquisador FUNDAG – PROCANA – SAA – IAC

**Jener F. L. de Moraes**

Eng. Agr. Pesquisador – SAA – APTA – IAC – CSRA

**Hélio do Prado**

Eng. Agr. Pesquisador – SAA – APTA – IAC – Centro de Cana

**Marcos G. A. Landell**

Eng. Agr. Pesquisador – SAA – APTA – IAC – Centro de Cana

### **Suporte**

**Alan Gomes** – FUNDAG

**Ricardo Luís dos Santos** – FUNDAG

**Andrew P. C. Brunini** – CEPA

**Valdeir B. Hermoso** – SAA – APTA – IAC

**Denise R. A. Masiero** – SAA – APTA – IAC

**Carmencita C. Brunini** – SAA – APTA – IAC



SECRETARIA DE  
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

