

ZONEAMENTO AGROAMBIENTAL PARA O SETOR FLORESTAL
ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO
ORIENTAÇÕES TÉCNICAS E VIABILIDADE DE CULTIVO

Orivaldo **BRUNINI**
João Paulo de **CARVALHO**



**Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Agrônomo**

Governador do Estado de São Paulo
Geraldo Alckmin

Secretário de Agricultura e Abastecimento
Arnaldo Jardim

Secretário-Adjunto de Agricultura e Abastecimento
Rubens Rizek Jr.

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Orlando Melo de Castro

Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônomo
Sérgio Augusto Morais Carbonell

ISSN 1809-7936

ZONEAMENTO AGROAMBIENTAL PARA O SETOR FLORESTAL

ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO

**ORIENTAÇÕES TÉCNICAS E VIABILIDADE
DE CULTIVO**

Orivaldo **BRUNINI**

João Paulo de **CARVALHO**

B896c Brunini, Orivaldo

Zoneamento agroambiental para o setor florestal: zoneamento edafoclimático - orientações técnicas e viabilidade de cultivo / Orivaldo Brunini; João Paulo de Carvalho. Campinas: Instituto Agrônomo, 2018 39p; online (Série Tecnologia APTA. Boletim técnico IAC, 218)

ISSN: 1809-7936

1. Zoneamento agroambiental – São Paulo (SP) 2. Zoneamento edafoclimático I. Carvalho, João Paulo de II Série III. Título

CDD 634.9

O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores

Comitê Editorial do Instituto Agrônomo

Marcio Koiti Chiba

Aildson Pereira Duarte

Sérgio Parreiras Pereira

Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Daniela de Argollo Marques

Equipe participante desta publicação

Coordenação da Editoração: Silvana Aparecida Barbosa Abrão
Maria Regina de Oliveira Camargo

Capa e Editoração Eletrônica: Quebra-Cabeça
(19) 99729-24-63 / qcartesgraficas@terra.com.br

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação do Copyright © (Lei nº 9610)

Instituto Agrônomo

Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento
Caixa Postal 28

13012-970 Campinas (SP) - Brasil

www.iac.agricultura.sp.gov.br

SUMÁRIO

	página
1. JUSTIFICATIVA	1
2. OBJETIVOS	2
3. CLIMATOLOGIA DO ESTADO	2
4. ESPÉCIES VEGETAIS	6
5. MAPAS AGROCLIMÁTICOS E POTENCIALIDADE DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA	10
5.1 Base agroclimática	10
5.2 Pedologia do estado	16
5.3 Reserva hídrica e conectividade	17
5.4 Mapas de uso do solo	21
6. ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO	24
7. SÍNTESE DE RESULTADOS	29
LITERATURA	38

ZONEAMENTO AGROAMBIENTAL PARA O SETOR FLORESTAL

ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO

ORIENTAÇÕES TÉCNICAS E VIABILIDADE DE CULTIVO

Orivaldo **BRUNINI** ⁽¹⁾

João Paulo de **CARVALHO** ⁽²⁾

1. JUSTIFICATIVA

A área ocupada por plantio de florestas no Brasil é de 7,84 milhões de hectares, dos quais 17% localizados em São Paulo. As culturas de eucaliptos e pinheiros ocupam cerca de 4% da área do estado e contribuem com grande parcela no PIB e geração de emprego. No atual cenário de mudança climática, a atividade de silvicultura é também uma importante aliada na redução da emissão de gases de efeito estufa. Visando consolidar o desenvolvimento sustentável das plantações florestais e das indústrias e empreendimentos foi elaborado o Zoneamento Edafoclimático, visando subsídios para a orientação técnica e permitir a escolha de espécies que podem contribuir para melhoria da distribuição de renda e emprego no estado.

⁽¹⁾ Pesquisador Científico, Instituto Agrônomo, Diretor-Presidente - FUNDAG, Campinas (SP). brunini@iac.sp.gov.br

⁽²⁾ Técnico de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica, Instituto Agrônomo, Campinas (SP).

Aos moldes do que já existe para a agroindústria do setor sucroalcooleiro, o zoneamento edafoclimático, e finalmente o zoneamento agroambiental para o setor florestal é uma ferramenta importante para o ordenamento do uso do solo, visando determinar as principais diretrizes para a exploração agrícola sustentável de florestas e definindo as áreas agronomicamente adequadas às diferentes espécies comerciais, de modo a proporcionar sustentabilidade no setor.

2. OBJETIVOS

O princípio básico deste trabalho é estabelecer a potencialidade de exploração de espécies vegetais, no caso, florestas cultivadas, nas diversas regiões do Estado de São Paulo, tendo como foco o seguinte:

a) Determinar os efeitos das variáveis climáticas, como temperatura do ar, precipitação pluvial, deficiência hídrica e índice hídrico, por meio de mapeamento cartográfico, sobre as espécies florestais mais utilizadas comercialmente no Estado de São Paulo, criando zonas bioclimáticas favoráveis e não-favoráveis ao desenvolvimento das espécies florestais;

b) Indicar os efeitos das variáveis de solo, por meio de mapeamento cartográfico, sobre as espécies florestais;

c) Fornecer informações que sirvam para orientação técnica para manejo destas espécies no Estado de São Paulo.

3. CLIMATOLOGIA DO ESTADO

O Estado de São Paulo possui características distintas, sendo esta identidade definida principalmente pela Serra do Mar. Assim se obtém uma diferenciação típica, que induz a vários regimes climáticos. Neste trabalho, o primeiro passo foi estabelecer os parâmetros climáticos e possíveis cenários térmicos e hídricos do estado, que

induzem a diferentes respostas das espécies a serem estudadas. Foi considerado, além do comportamento térmico, a variabilidade de precipitação pluvial e dos termos do balanço hídrico, notadamente, deficiência hídrica, excedente hídrico e índice hídrico. O balanço hídrico foi elaborado conforme a metodologia de Thornthwaite (1955), para um armazenamento máximo de 125 mm de água no solo, em programa operacional desenvolvido por Caputi e Brunini (2006).

No processo de elaboração dos mapas temáticos utilizou-se do Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que analisam e integram dados provenientes de imagens de satélites terrestres, mapas, cartas climatológicas, censos e outros. (Aspiazú e Brites, 1989). Apoiado por computador, o SIG coleta, armazena e recupera informações provenientes de fontes e formatos distintos, automatiza tarefas antes manuais, facilitando análises complexas através da integração de dados geocodificados (Felgueiras, 1987). O SIG permite obter, de maneira clara, rápida, objetiva e precisa, a distribuição espacial e temporal dos cultivos agrícolas (Ferreira, 1997), constituindo-se em importante ferramenta na execução de zoneamentos agrícolas, pela sua capacidade de integrar, decodificar, analisar e manipular os dados obtidos (Gouvêa, 2008).

Foram utilizados dados climáticos, coletados através de estações meteorológicas de 434 locais no Estado de São Paulo. Após a delimitação dos mapas característicos para todo o estado, os dados de temperatura do ar e precipitação da rede do CIIAGRO-IAC/APTA/SAA, foram complementados pela rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Com esses dados, é possível criar tabelas no software "Excel", e então são inseridas no programa ArcGIS. Os mapas apresentaram simulações de combinações de faixas agroclimáticas em função do cruzamento entre a temperatura do ar e a precipitação, e também do cruzamento entre a temperatura do ar com a deficiência hídrica e índice hídrico. Os parâmetros básicos meteorológicos coletados foram dados diários de temperatura do ar e precipitação pluviométrica. As características térmicas e de disponibilidade hídrica atual são apresentadas nas figuras 1 a 5.

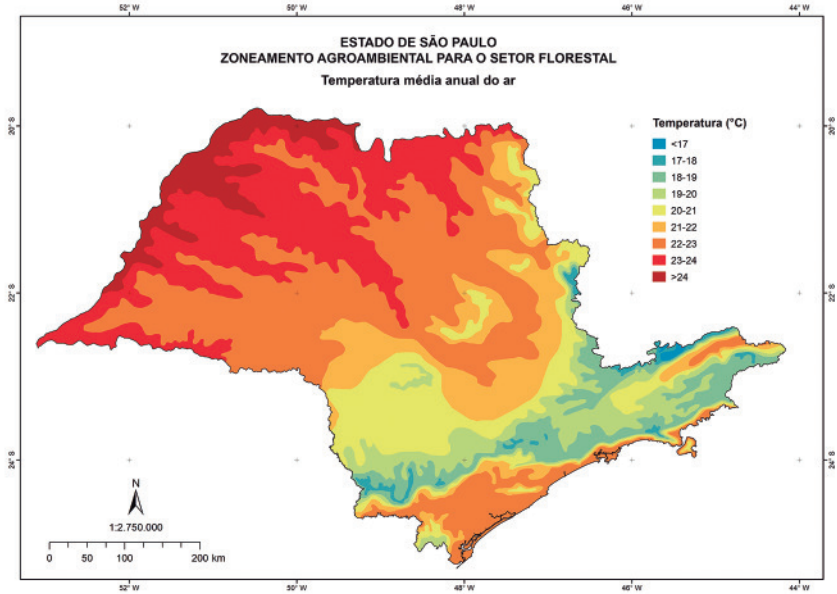


Figura 1. Temperatura média anual do ar do Estado de São Paulo.

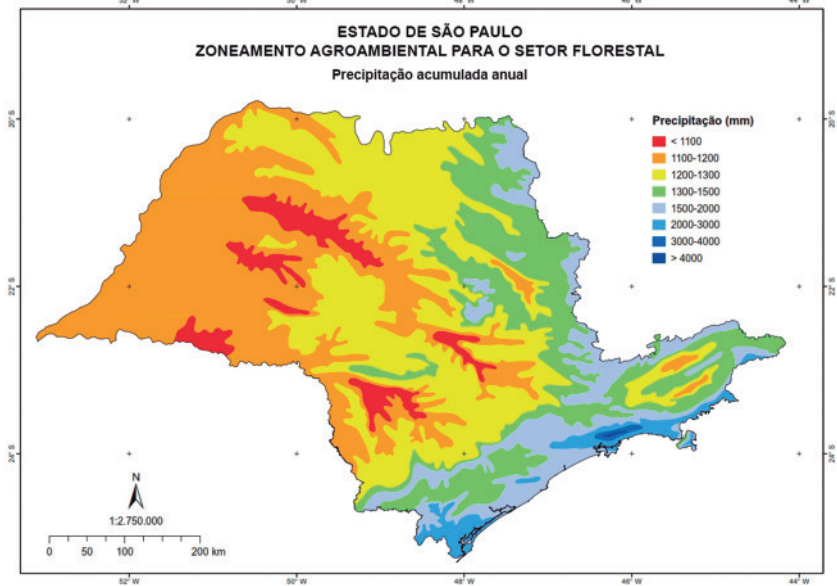


Figura 2. Total de precipitação média anual do Estado de São Paulo.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

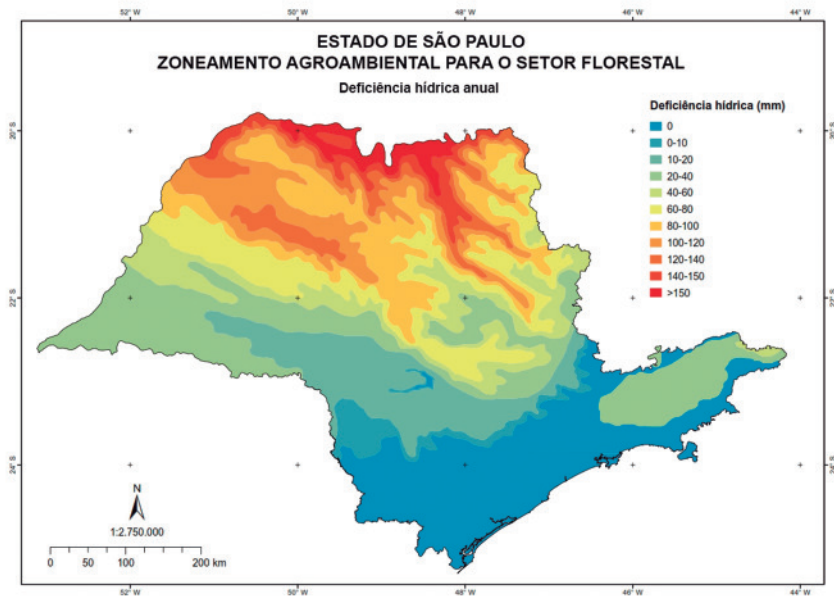


Figura 3. Deficiência hídrica anual do Estado de São Paulo.

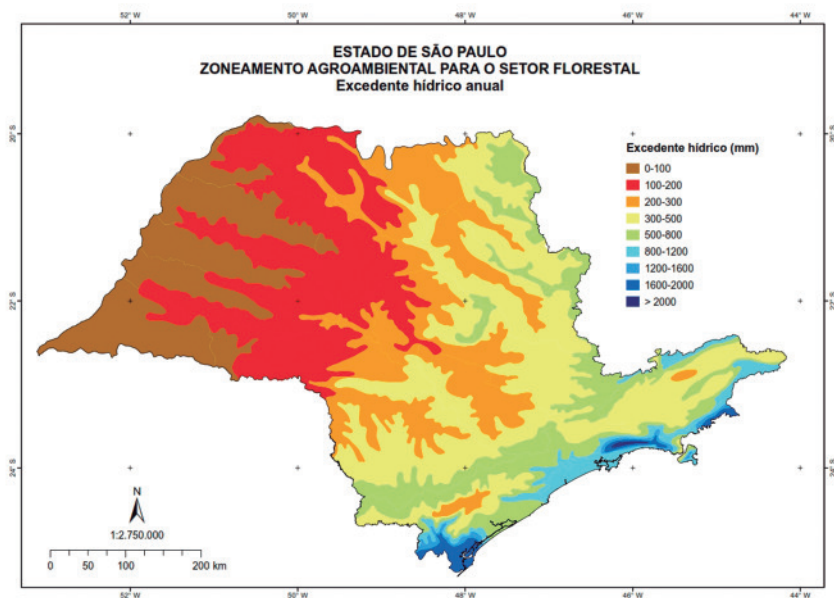


Figura 4. Excedente hídrico anual do Estado de São Paulo.

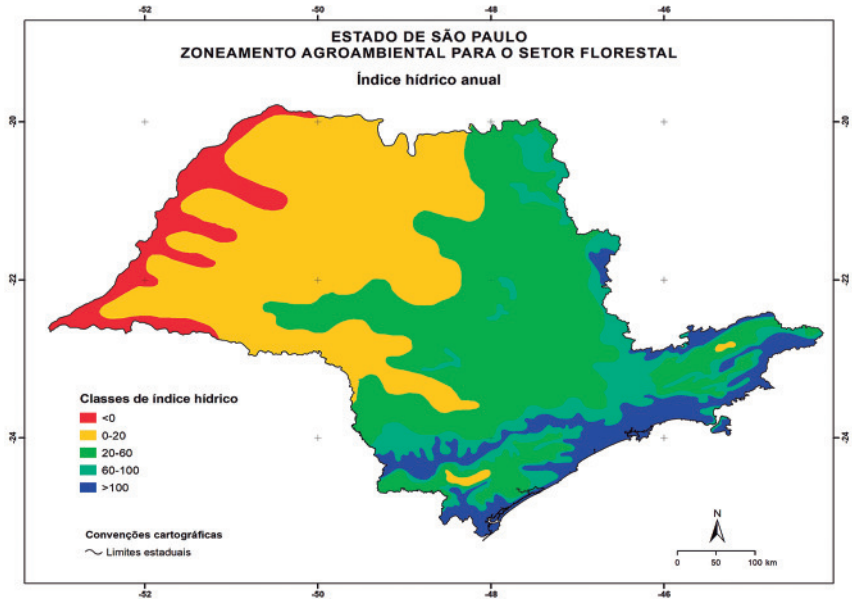


Figura 5. Índice hídrico anual do Estado de São Paulo.

4. ESPÉCIES VEGETAIS

Para efeito deste estudo foram consideradas as seguintes espécies: araucária; eucaliptos; pinus subtropical; pinus tropical e seringueira, sendo que as espécies de eucalipto, em função de seu amplo espectro de possibilidades de cultivo, foram divididas conforme tabela abaixo definida pelo IPEF-SP. Para as espécies de araucária, pinus subtropical, pinus tropical e seringueira são os requisitos apresentados por Brunini (2013), conforme tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 1. Grupos de espécies de eucalipto em função de suas exigências climáticas (IPEF-2014)

	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	grupo 5
Clima	úmido	subúmido	serrano	semiárido	árido
Temperatura média anual (°C)	> 22	< 22	< 22	< 22	< 22
Índice hídrico	> 20	- 20 a 20	> 20	- 20 a 40	< -40
Tolerância à seca	Baixa	intermediária	alta	razoável	alta
Tolerância à geada	intermediária baixa	baixa	intermediária	intermediária	intermediária
<i>E. alba</i>			<i>E. alba</i>		
<i>E. brassiana</i>		<i>E. brassiana</i>	<i>E. brassiana</i>		
<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	
<i>E. cloeziana</i>			<i>E. cloeziana</i>		
<i>E. crebra</i>		<i>E. crebra</i>		<i>E. crebra</i>	
<i>E. exserta</i>			<i>E. exserta</i>	<i>E. exserta</i>	
<i>E. grandis</i>	<i>E. grandis</i>				
<i>E. microtheca</i>					<i>E. microtheca</i>
<i>E. papuana</i>					<i>E. papuana</i>
<i>E. polycarpa</i>					<i>E. polycarpa</i>
<i>E. resinifera</i>	<i>E. resinifera</i>				
<i>E. tereticornis</i>	<i>E. tereticornis</i>	<i>E. tereticornis</i>	<i>E. tereticornis</i>		
<i>E. tessellaris</i>				<i>E. tessellaris</i>	<i>E. tessellaris</i>
<i>E. torelliana</i>	<i>E. torelliana</i>				
<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>			
<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>			

Tabela 2. Necessidades térmicas para as diferentes espécies florestais

Temperatura média anual (°C)	eucalipto					araucária	Outras espécies pinus	
	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	grupo 5		subtropical	tropical
<17	Inapta	Inapta	Inapta	Inapta	Inapta	Marginal a inapta	Marginal	Marginal
17-18	Inapta	Inapta	Inapta	Inapta	Inapta	Marginal	Marginal	Marginal
18-19	Inapta	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Apta	Apta	Marginal
19-20	Marginal	Marginal	Apta	Inapta	Marginal	Apta	Apta	Apta
20-21	Marginal	Marginal	Apta	Marginal	Marginal	Apta	Apta	Apta
21-22	Marginal	Marginal	Apta	Marginal	Marginal	Apta	Apta	Apta
22-23	Apta	Apta	Marginal	Apta	Apta	Marginal	Marginal	Marginal
23-24	Apta	Apta	Marginal	Apta	Apta	Inapta	Inapta	Inapta
>24	Apta	Apta	Inapta	Apta	Apta	Inapta	Inapta	Inapta

Tabela 3. Necessidades hídricas (Ihídrico) para as diferentes espécies florestais

Índice hídrico	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	grupo 5	pinus	
						araucária	subtropical tropical
<0	Marginal	Marginal	Apta	Apta	Apta	Inapta	Inapta
0-20	Marginal	Apta	Apta	Apta	Marginal	Marginal	Marginal
20-60	Apta	Apta	Apta	Apta	Inapta	Marginal	Apta
60-100	Apta	Marginal	Marginal	Apta	Inapta	Apta	Apta
>100	Apta	Marginal	Marginal	Marginal	Inapta	Marginal	Marginal

Tabela 4. Necessidades hídricas (Def) e térmicas para a espécie de seringueira

Defhídrica anual (mm)	Classes de aptidão	Temperatura média anual (°C)	Classes de aptidão
0	Inapta	<17	Inapta
0-10	Inapta	17-18	Inapta
10-20	Marginal a inapta	18-19	Inapta
20-40	Marginal	19-20	Inapta
40-60	Marginal	20-21	Marginal
60-80	Marginal a apta	21-22	Apta
80-100	Apta	22-23	Apta
100-120	Apta	23-24	Apta
120-140	Apta	>24	Apta
140-150	Apta	-	Apta
>150	Apta	-	-

5. MAPAS AGROCLIMÁTICOS E POTENCIALIDADE DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

5.1 Base agroclimática

O primeiro passo foi estabelecer os mapas agroclimáticos que representam interação entre a climatologia do estado conforme as indicações de temperatura média anual (T), precipitação total anual (P), deficiência hídrica (Def.), excedente hídrico (Exc) e índice hídrico (IH). Estas características descrevem os diferentes microclimas e restrições térmicas e hídricas a que estas espécies vegetais encontram ao longo de seu desenvolvimento, que pode favorecer ou mesmo restringir o seu desenvolvimento.

Estas interações e diferenciação para cada espécie estudada são apresentadas nas figuras 6 a 14. Neste sentido, vale destacar a seringueira que se apresenta totalmente inadequada climaticamente no Litoral e Serra do Mar, por insuficiência térmica e/ou alta umidade que proporciona a ocorrência do Mal-das-folhas (Figura 14). No caso das espécies de pinus, tanto o subtropical como o tropical, o estado apresenta climaticamente condições favoráveis a estas espécies, considerando as necessidades térmicas e hídricas (Figuras 12 e 13). No caso das espécies de eucaliptos (Figuras 7 a 11), o estado apresenta alta potencialidade para a exploração comercial. Ressalta-se que com a introdução de novas espécies e clones, um trabalho específico para as mesmas deve ser conduzido. No caso da araucária destaca-se a potencialidade da mesma em grande parte do estado (Figura 6).

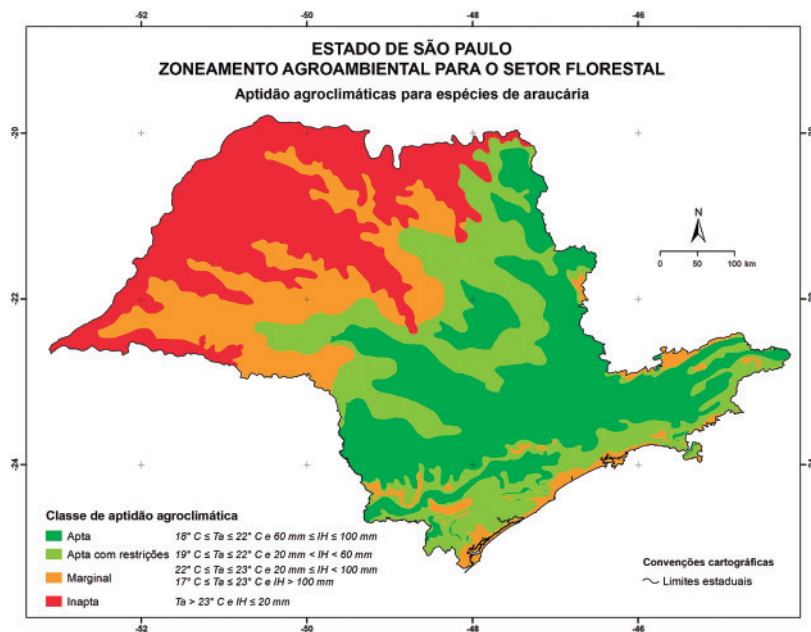


Figura 6. Aptidão agroclimática para espécies de araucária.

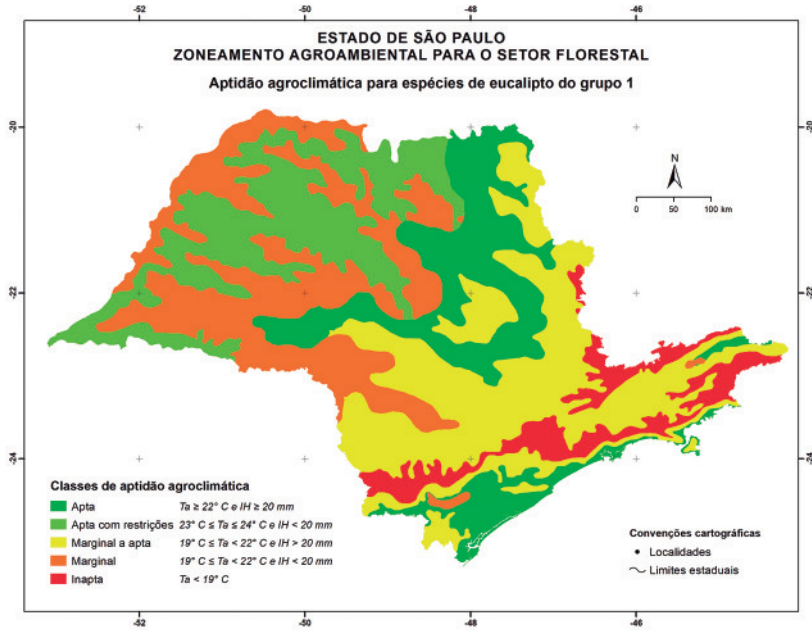


Figura 7. Aptidão agroclimática para espécies de eucaliptos do grupo 1.

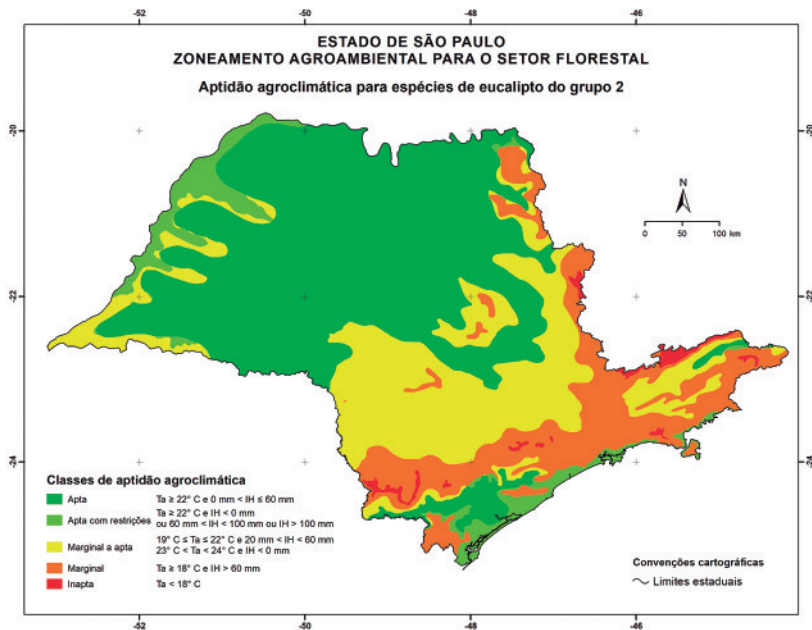


Figura 8. Aptidão agroclimática para espécies de eucaliptos do grupo 2.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

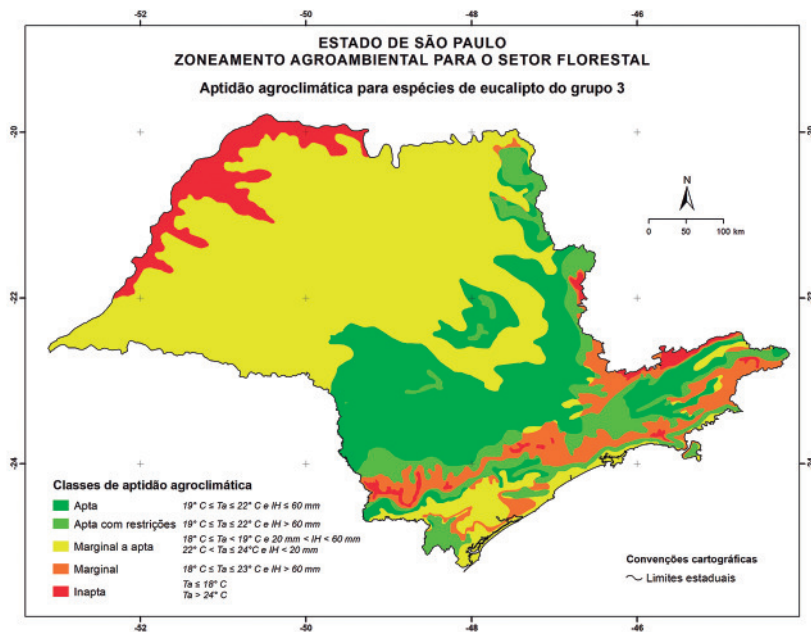


Figura 9. Aptidão agroclimática para espécies de eucaliptos do grupo 3.

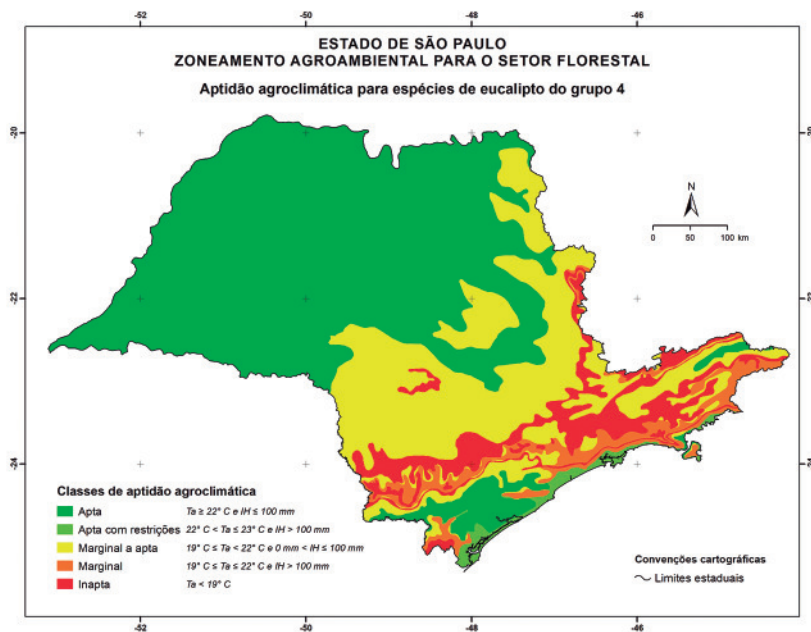


Figura 10. Aptidão agroclimática para espécies de eucaliptos do grupo 4.

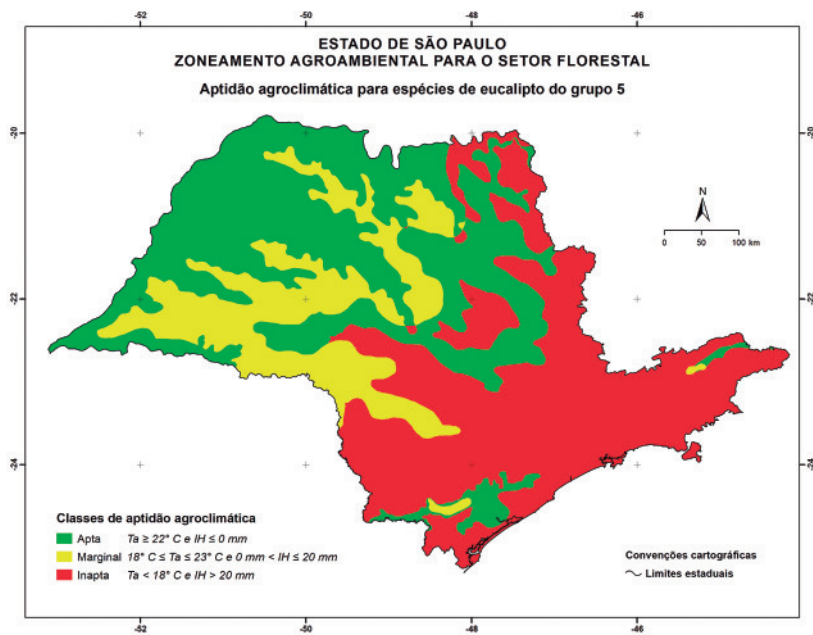


Figura 11. Aptidão agroclimática para espécies de eucaliptos do grupo 5.

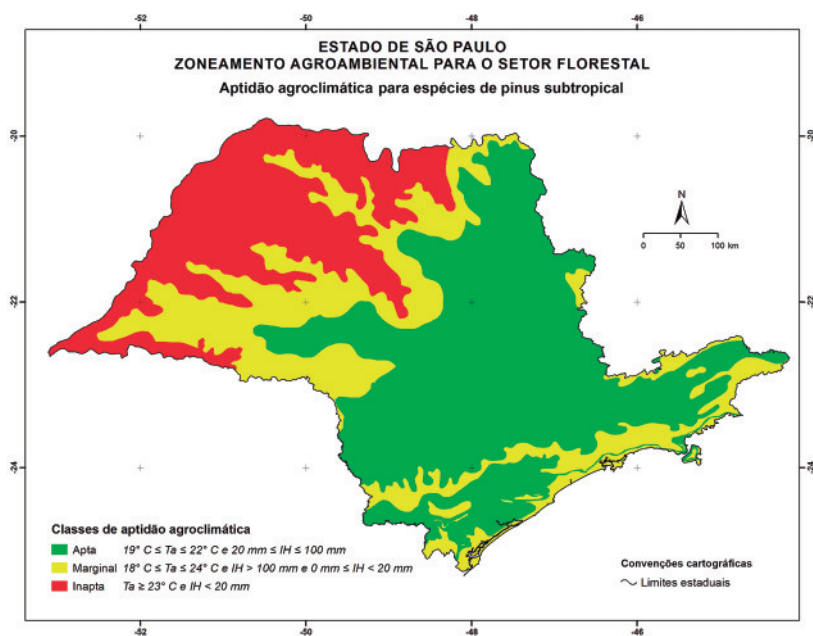


Figura 12. Aptidão agroclimática para espécies de pinus subtropical.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

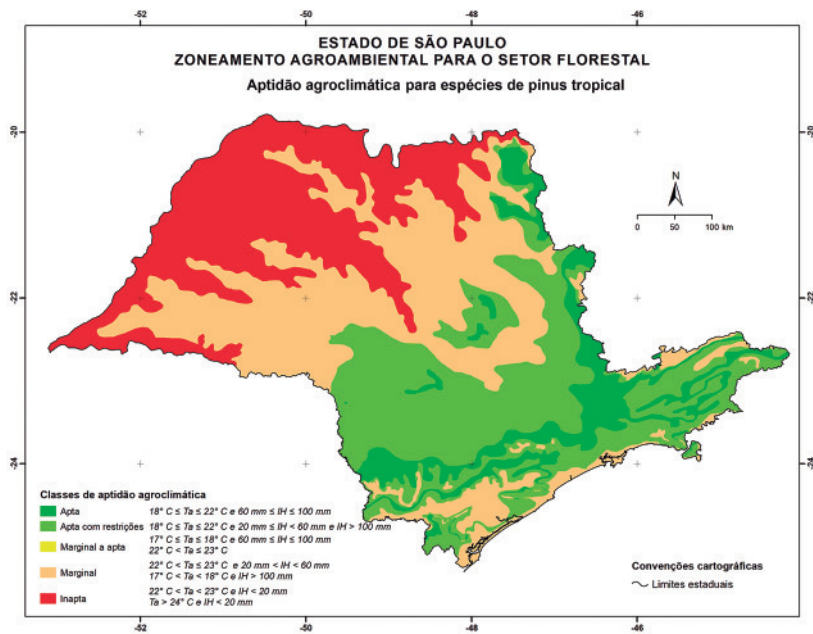


Figura 13. Aptidão agroclimática para espécies de pinus tropical.

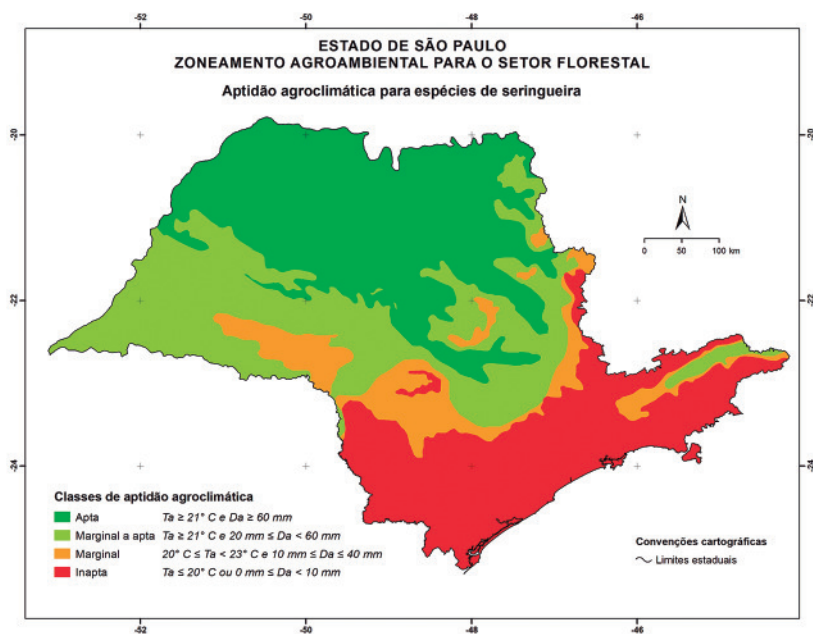










Figura 14. Aptidão agroclimática para espécies de seringueira.

5.2 Pedologia do estado

Com a grande diversidade de solos e características regionais tornou-se necessário avaliar as características de profundidade de solos para penetração de raízes, pedregosidade, declividade, sendo que estes dois últimos refletem as condições de manejo e possíveis tipos de mecanização. Com base no mapa pedológico do estado (Bertoldo et al., 1965) e as características de exploração agrícola, pode-se determinar os graus de impedimento ou favorecimento para a exploração agrícola destas espécies conforme tabela 5.

Tabela 5. Características de restrições de uso do solo.

Classe	Restrição indicada	Favorabilidade agrícola
A	solo de boa fertilidade e relevo favorável	
B	sem restrição acentuada	
C	solo de várzea ou mangue ou inundável	
D	relevo escarpado	
E	afloramento de rocha	
F	cascalho e litossolos	
G	relevo ondulado ou montanhoso leve	
H	relevo fortemente ondulado	

Os mapas abaixo descrevem as características básicas e a aptidão agrícola dos solos para as diferentes espécies vegetais.

Estas características foram definidas nas figuras 15 a 17. Observa-se na figura 15 que exceto pela área de formação montanhosa, o estado possui solos que proporcionam um bom desenvolvimento do sistema radicular. Com relação à declividade, fator importante à mecanização e pedregosidade, somente em áreas escarpadas o manejo mecânico pode ser afetado (Figuras 16 e 17).

5.3 Reserva hídrica e conectividade

Sob o ponto de vista hídrico, para uma perfeita exploração agrícola é muito importante que as diferentes especificidades de água tanto superficial como subterrâneas sejam avaliadas, assim como, as áreas críticas. Estes parâmetros são representados nas figuras 18 a 20. No aspecto de reposição de água para os aquíferos esta análise indica as restrições para irrigação, como apresentado na figura 21. Ressalta-se que em florestas cultivadas, o grau de incremento de conectividade para movimentação animal e disseminação de flora deve ser avaliado. Este parâmetro é descrito na figura 21.

Nos aspectos de manejo do solo e desenvolvimento das espécies, o estado apresenta grande favorabilidade como apresentado nas figuras 15 a 17. Contudo, nos aspectos hídricos o estado apresenta restrição em várias sub-regiões, notadamente Alto Tietê, bacia do rio Piracicaba e com menor grau na bacia do rio Pardo (Figuras 18 a 20). Outro aspecto observado é a recarga de aquíferos, que representa alta fragilidade no extremo oeste do estado (Figura 21). Quanto ao grau de incremento para conectividade e preservação, o estado é favorecido (Figura 22), devendo estudos específicos ambientais serem realizados.

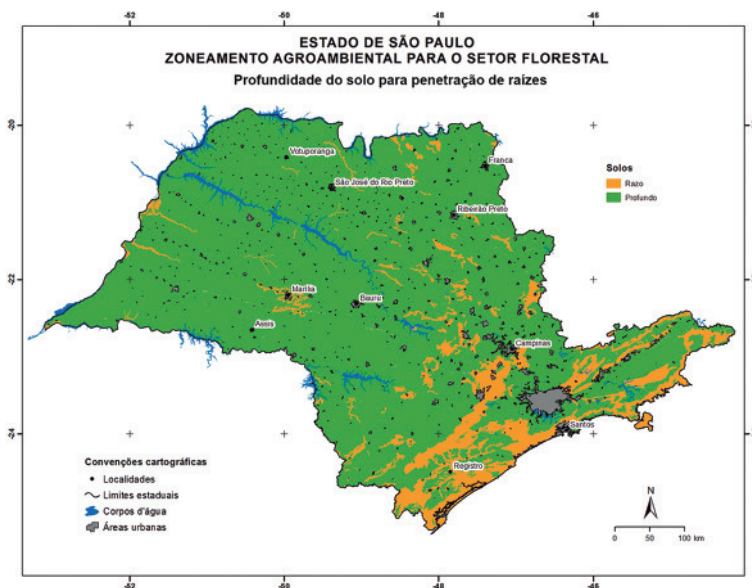


Figura 15. Profundidade dos solos para penetração de raízes.

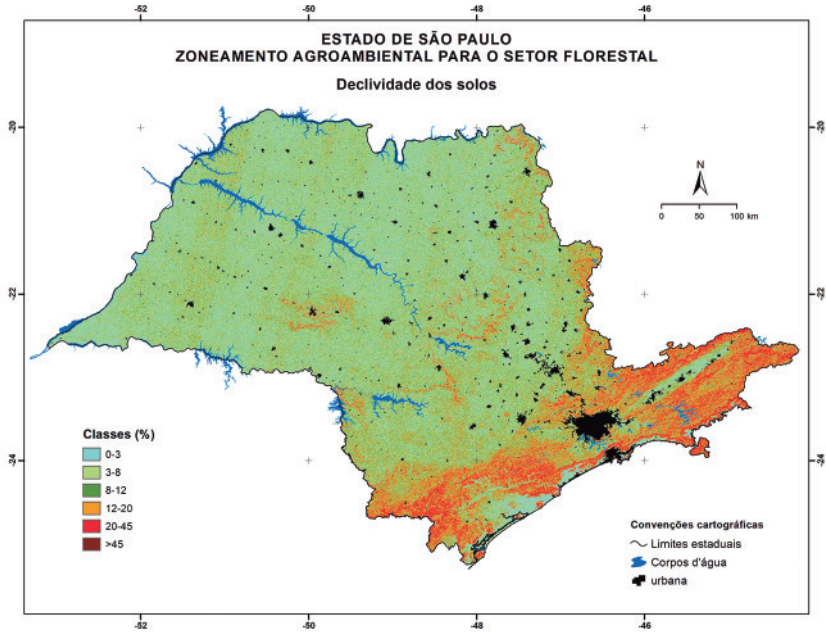


Figura 16. Declividade dos solos.

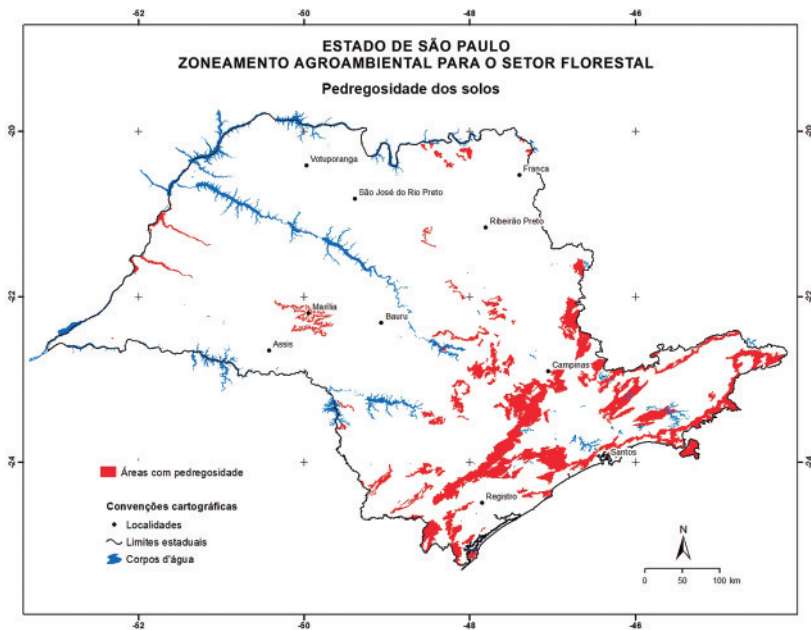


Figura 17. Pedregosidade dos solos.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal



Figura 18. Disponibilidade de água.

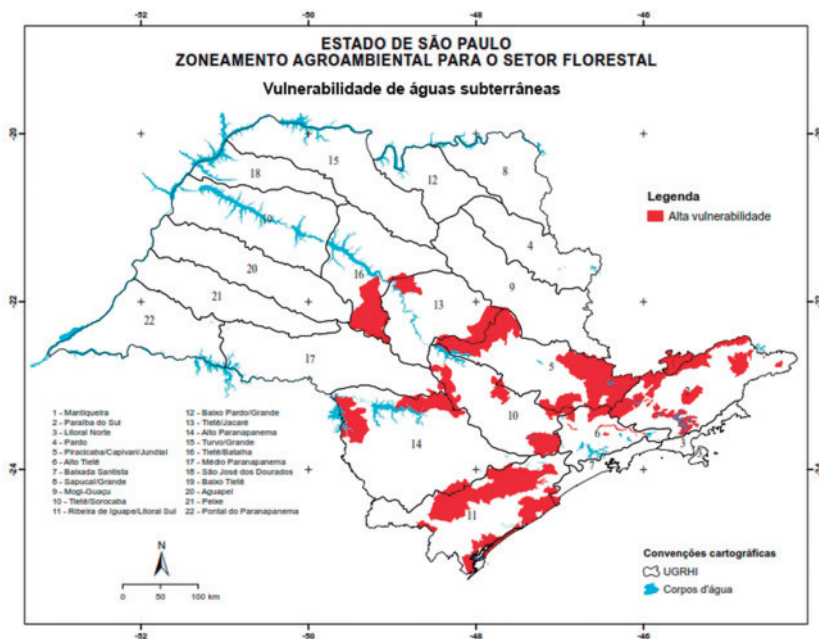


Figura 19. Vulnerabilidade de águas subterrâneas.

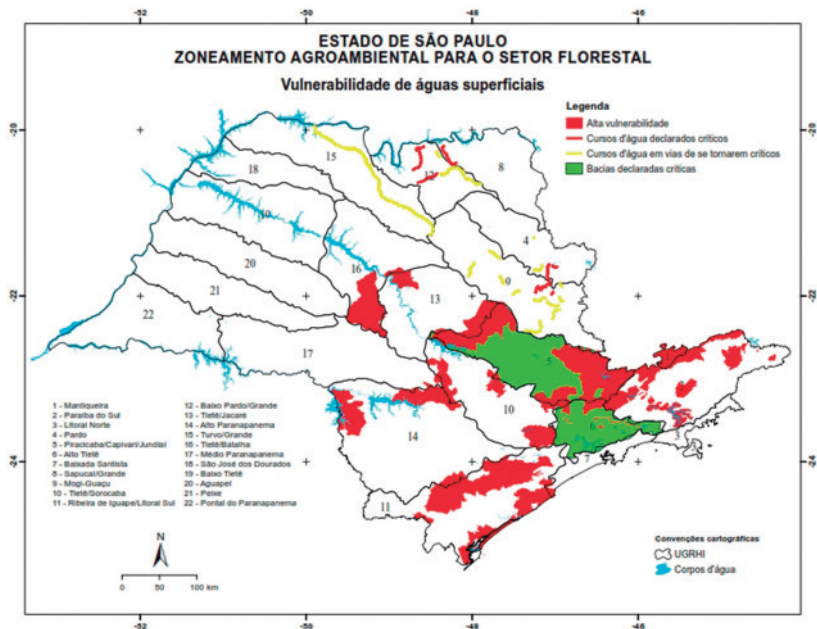


Figura 20. Vulnerabilidade de águas superficiais.

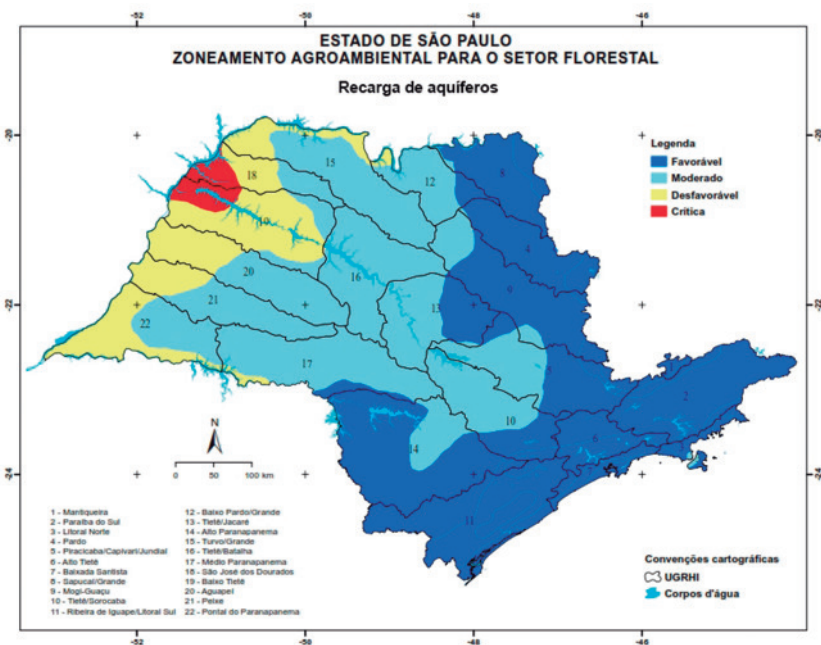


Figura 21. Recarga de aquíferos.

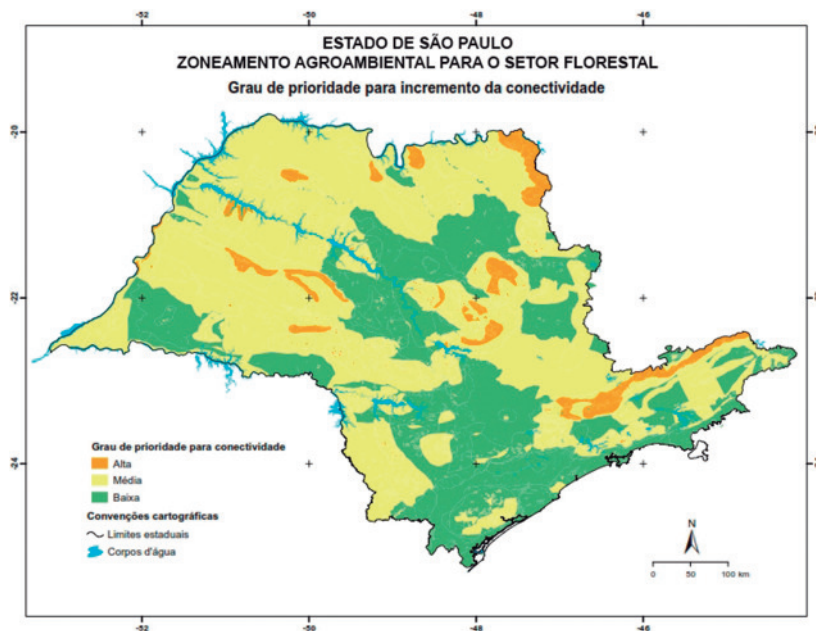


Figura 22. Grau de incremento para preservação da conectividade.

5.4 Mapas de uso do solo

A potencialidade dos solos para a exploração agrícola das espécies estudadas é apresentada nas figuras 23 a 26. Estes mapas indicam que, exceto nas regiões montanhosas, não há restrição no estado para a exploração comercial destas espécies.

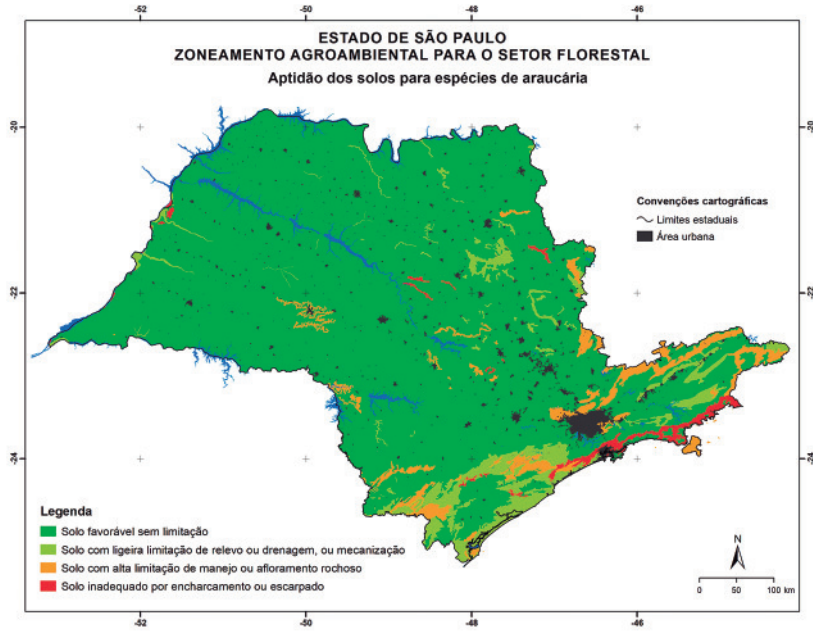


Figura 23. Aptidão dos solos para espécies de araucária.

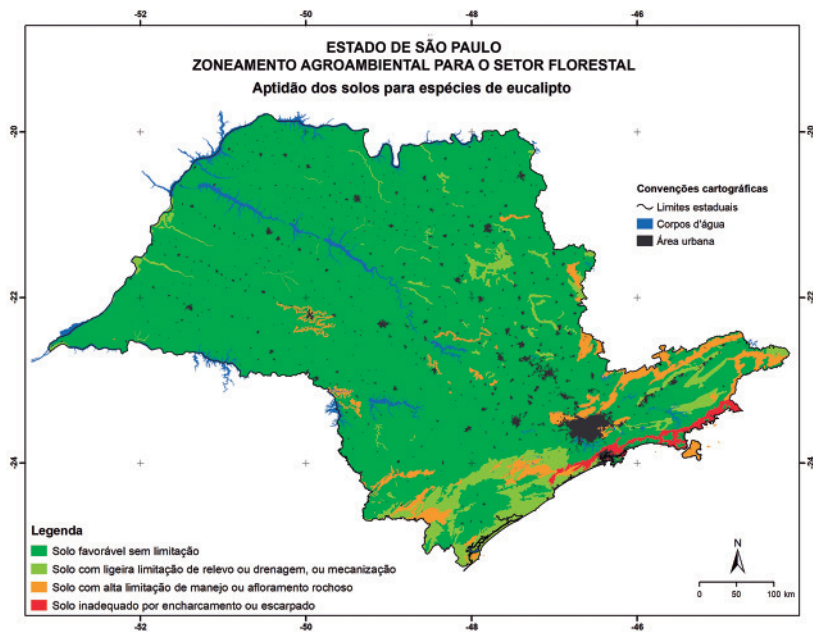


Figura 24. Aptidão dos solos para espécies de eucalipto.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

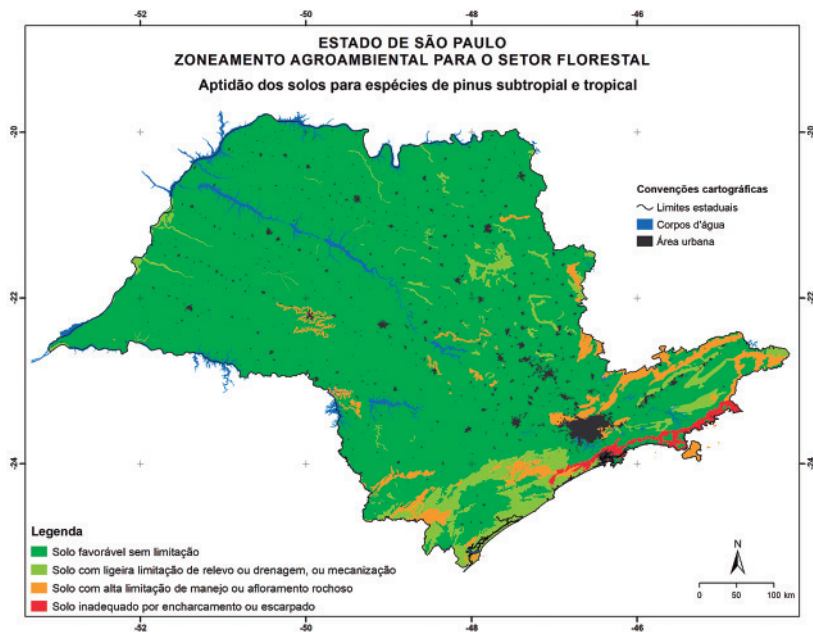


Figura 25. Aptidão dos solos para espécies de pinus subtropical e tropical.

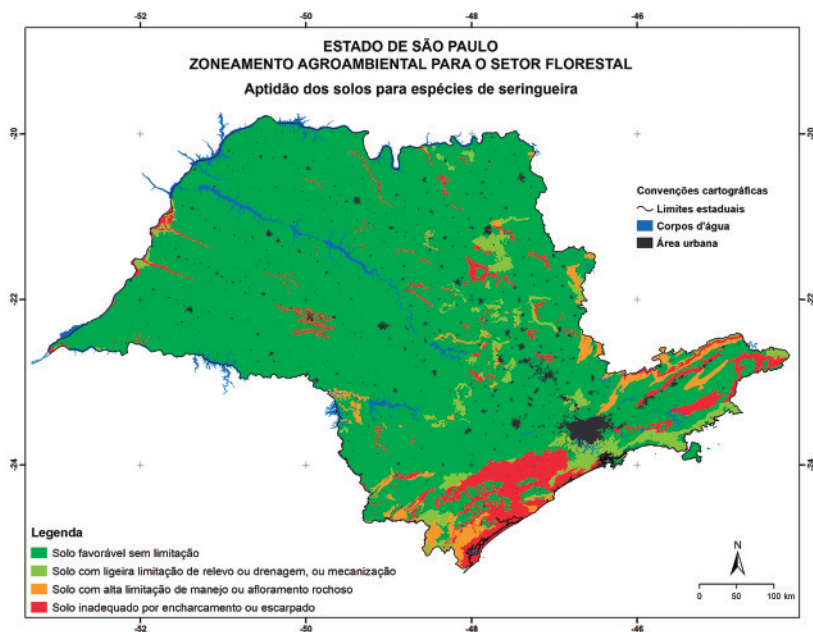


Figura 26. Aptidão dos solos para espécies de seringueira.

6. ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO

A combinação dos requisitos climáticos das distintas espécies, representado pelos mapas agroclimáticos, com os requisitos de solo e vulnerabilidade hídrica, representam os mapas edafoclimáticos, apresentados nas figuras 27 a 35. Estes mapas descrevem a interação solo-planta-clima e diferencia as características das diferentes regiões do estado e as necessidades para cada espécie estudada.

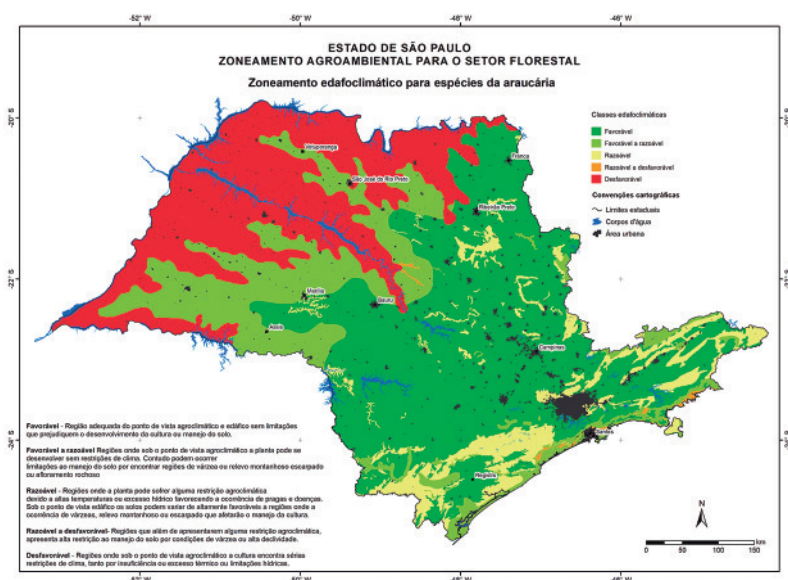


Figura 27. Zoneamento edafoclimático para espécies de araucária.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

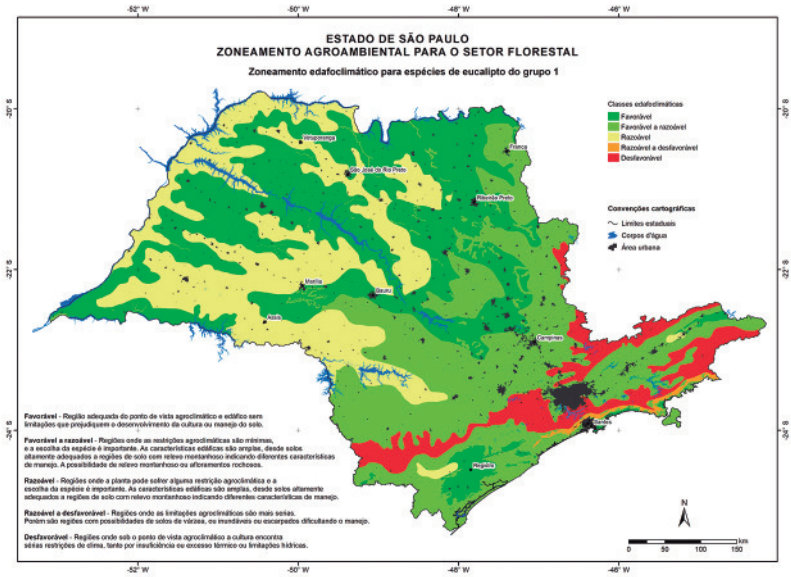


Figura 28. Zoneamento edafoclimático para espécies de eucalipto do grupo 1.

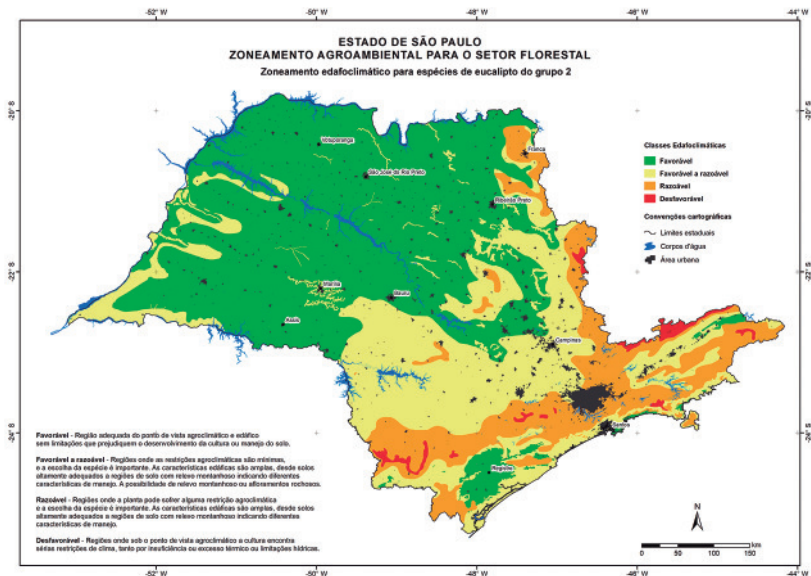


Figura 29. Zoneamento edafoclimático para espécies de eucalipto do grupo 2.

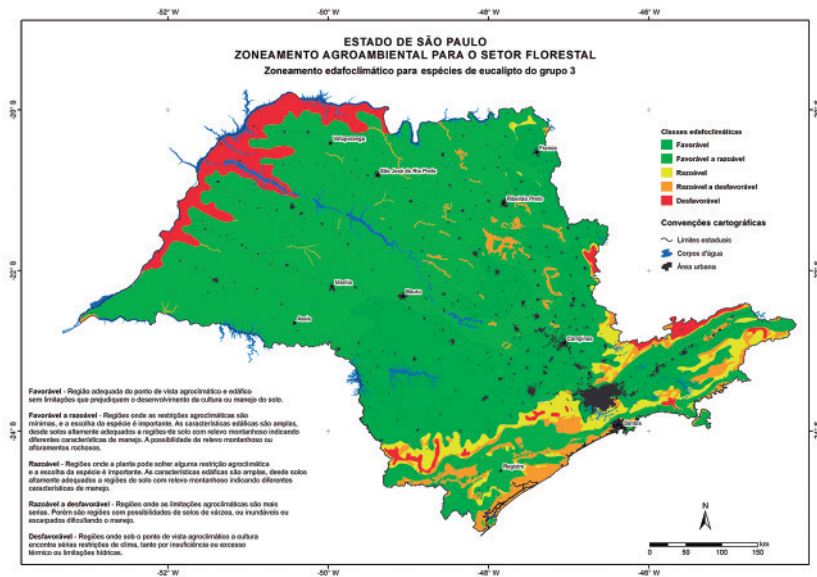


Figura 30. Zoneamento edafoclimático para espécies de eucalipto do grupo 3.

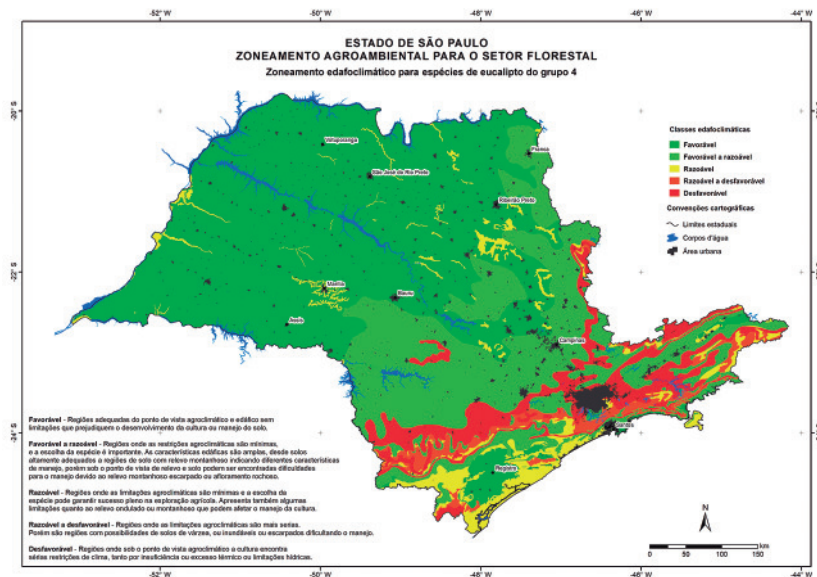


Figura 31. Zoneamento edafoclimático para espécies de eucalipto do grupo 4.

Zoneamento agroambiental para o setor florestal

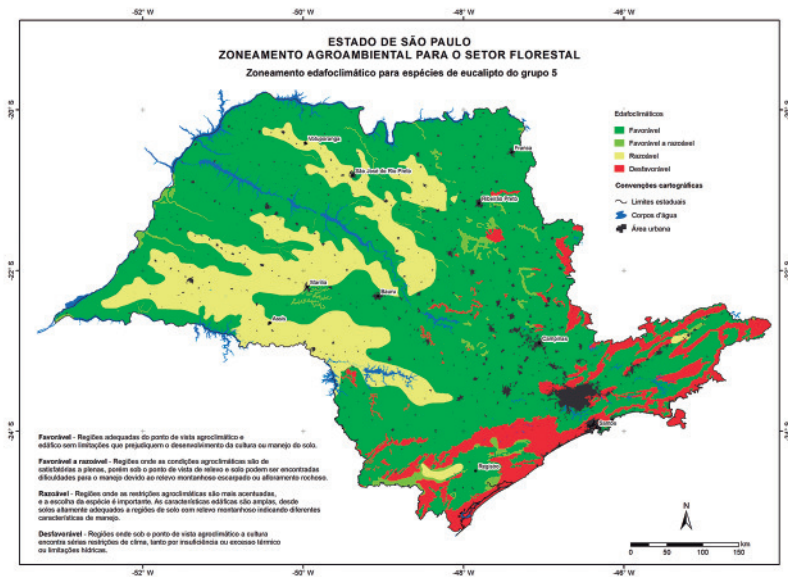


Figura 32. Zoneamento edafoclimático para espécies de eucalipto do grupo 5.

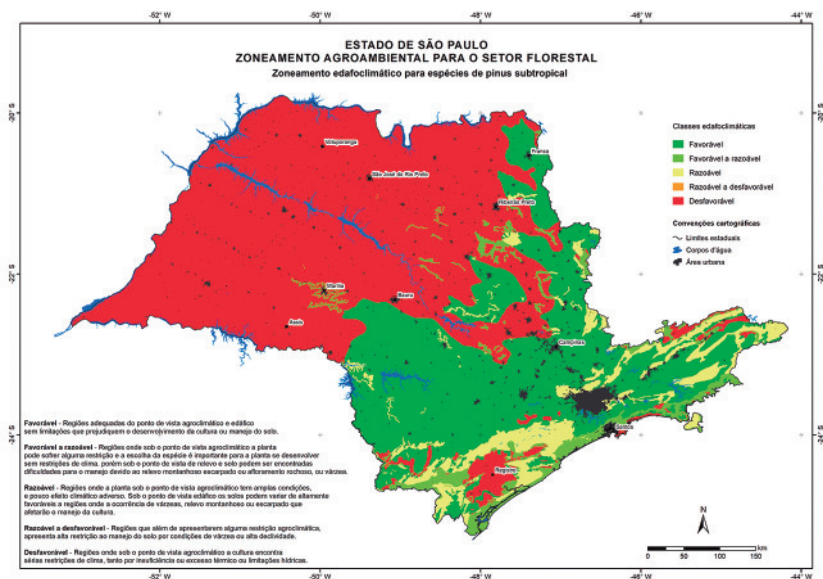


Figura 33. Zoneamento edafoclimático para espécies de pinus subtropical.

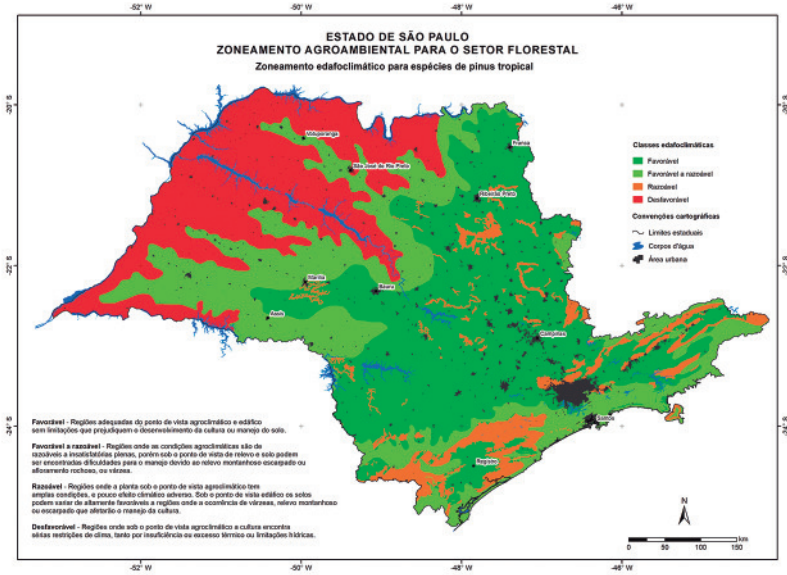


Figura 34. Zoneamento edafoclimático para espécies de pinus tropical.

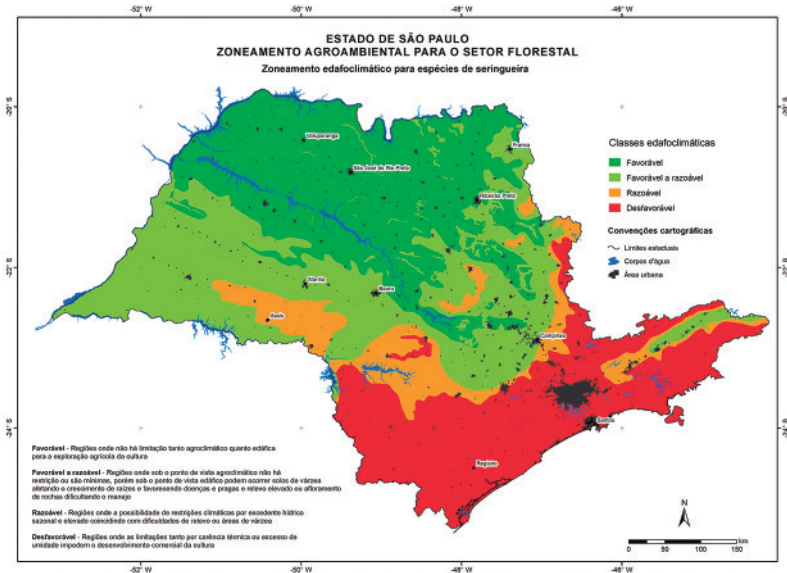


Figura 35. Zoneamento edafoclimático para espécies de seringueira.

7. SÍNTESE DE RESULTADOS

As diferentes classes edafoclimáticas, e os aspectos restritivos ou favoráveis às espécies são sintetizadas abaixo.

ARAUCÁRIA

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Favorável com ligeiras limitações - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a planta pode se desenvolver sem restrições de clima. Contudo podem ocorrer limitações ao manejo do solo por encontrar regiões de várzea.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfatórias a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Razoável - regiões onde a planta pode sofrer alguma restrição agroclimática devido a altas temperaturas ou excesso hídrico favorecendo a ocorrência de pragas e doenças. Sob o ponto de vista edáfico, os solos podem variar de altamente favoráveis a regiões onde a ocorrência de várzeas, relevo montanhoso ou escarpado que afetam o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável a Inadequada - regiões que além de apresentarem alguma restrição agroclimática, apresentam alta restrição ao manejo do solo por condições de várzea ou alta declividade.

Classe 6 - Inadequada - Regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

EUCALIPTO

Grupo 1

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Razoável - regiões onde as restrições agroclimáticas são mínimas e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfatórias a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Favorável com poucas limitações - regiões onde as limitações agroclimáticas são mínimas e a escolha da espécie pode garantir sucesso pleno na exploração agrícola. Apresenta também algumas limitações quanto ao relevo ondulado ou montanhoso que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável - regiões onde a planta pode sofrer alguma restrição agroclimática e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 6 - Razoável a Inadequada - regiões onde as limitações agroclimáticas são mais sérias, com possibilidades de solos de várzea, ou inundáveis ou escarpados dificultando o manejo.

Classe 7 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

Grupo 2

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2- Razoável - regiões onde as restrições agroclimáticas são mínimas, e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfatórias a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Favorável com poucas limitações - regiões onde as limitações agroclimáticas são mínimas e a escolha da espécie pode garantir sucesso pleno na exploração agrícola. Apresenta também algumas limitações quanto ao relevo ondulado ou montanhoso, que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável - regiões onde a planta pode sofrer alguma restrição agroclimática e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 6 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

Grupo 3

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Razoável - regiões onde as restrições agroclimáticas são mínimas, e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfatórias a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Favorável com poucas limitações - regiões onde as limitações agroclimáticas são mínimas e a escolha da espécie pode garantir sucesso pleno na exploração agrícola. Apresenta também algumas limitações quanto ao relevo ondulado ou montanhoso, que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável - regiões onde a planta pode sofrer alguma restrição agroclimática e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 6 - Razoável a Inadequada - regiões onde as limitações agroclimáticas são mais serias, com possibilidades de solos de várzea, ou inundáveis ou escarpados, dificultando o manejo.

Classe 7 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

Grupo 4

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Razoável - regiões onde as restrições agroclimáticas são mínimas, e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfórias a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso, escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Favorável com poucas limitações - regiões onde as limitações agroclimáticas são mínimas e a escolha da espécie pode garantir sucesso pleno na exploração agrícola. Apresenta também algumas limitações quanto ao relevo ondulado ou montanhoso, que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável - regiões onde a planta pode sofrer alguma restrição agroclimática e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 6 - Razoável a Inadequada - regiões onde as limitações agroclimáticas são mais sérias, com possibilidades de solos de várzea, ou inundáveis ou escarpados, dificultando o manejo.

Classe 7 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

Grupo 5

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Razoável - regiões onde as restrições agroclimáticas são mais acentuadas, e a escolha da espécie é importante. As características edáficas são amplas, desde solos altamente adequados a regiões de solo com relevo montanhoso, indicando diferentes características de manejo.

Classe 3 - Razoável a Favorável - regiões onde as condições agroclimáticas são de satisfatórias a plenas, porém, sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso.

Classe 4 - Inadequada - regiões onde sob o ponto de vista agroclimático a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

PINUS SUBTROPICAL

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Favorável com limitações - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a planta pode sofrer alguma restrição e a escolha da espécie é importante para a planta se desenvolver sem restrições de clima. Contudo podem ocorrer limitações ao manejo do solo por encontrar regiões de várzea, ou relevo acidentado.

Classe 3 - Razoável - regiões onde as condições agroclimáticas são de razoáveis a plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso ou várzea.

Classe 4 - Razoável a Favorável - regiões onde a planta, sob o ponto de vista agroclimático, tem amplas condições, e pouco efeito climático adverso. Sob o ponto de vista edáfico, os solos podem variar de altamente favoráveis a regiões onde a ocorrência de várzeas, relevo montanhoso ou escarpado que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Razoável a Inadequada - regiões que além de apresentarem alguma restrição agroclimática, apresentam alta restrição ao manejo do solo por condições de várzea ou alta declividade.

Classe 6 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico ou limitações hídricas.

PINUS TROPICAL

Classe 1 - Plenamente Favorável - região adequada, do ponto de vista agroclimático e edáfico, sem limitações que prejudiquem o desenvolvimento da cultura ou manejo do solo.

Classe 2 - Razoável - regiões onde as condições agroclimáticas são de razoáveis a insatisfatórias plenas, porém sob o ponto de vista de relevo e solo podem ser encontradas dificuldades para o manejo, devido ao relevo montanhoso escarpado ou afloramento rochoso ou várzea.

Classe 3 - Favorável com limitações - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a planta sofre poucas restrições e a escolha da espécie é importante para a planta se desenvolver sem restrições de clima. Contudo podem ocorrer limitações ao manejo do solo por encontrar regiões de várzea ou relevo acidentado.

Classe 4 - Razoável a Favorável - regiões onde a planta, sob o ponto de vista agroclimático, tem amplas condições e pouco efeito climático adverso. Sob o ponto de vista edáfico os solos podem variar de altamente favoráveis a regiões onde a ocorrência de várzeas, relevo montanhoso ou escarpado que podem afetar o manejo da cultura.

Classe 5 - Inadequada - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, a cultura encontra sérias restrições de clima, tanto por insuficiência ou excesso térmico como por limitações hídricas.

SERINGUEIRA

Classe 1 - Favorável - regiões onde não há limitação, tanto agroclimática, quanto edáfica para a exploração agrícola da cultura.

Classe 2 - Favorável a Razoável - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, não há restrição ou são mínimas, porém sob o ponto de vista edáfico podem ocorrer regiões de relevo elevado ou afloramento de rochas dificultando o manejo.

Classe 3 - Razoável com poucas limitações - regiões onde, sob o ponto de vista agroclimático, as restrições são nulas ou mínimas, porém podem ocorrer solos de várzea afetando o crescimento de raízes e favorecendo doenças e pragas.

Classe 4 - Razoável - regiões onde a possibilidade de restrições climáticas por excedente hídrico sazonal elevado, coincidindo com dificuldades de relevo ou áreas de várzea.

Classe 5 - Inadequada - regiões onde as limitações tanto por carência térmica ou excesso de umidade impedem o desenvolvimento comercial da cultura.

Nota 1: *“Importante observar que o trabalho em questão não é exaustivo, foram consideradas as espécies e clones mais comumente utilizadas. Não contempla todas as espécies florestais e nem todos os clones disponíveis no mercado que possuem viabilidade de plantio comercial no Estado. Estes, serão, conforme pertinência, sendo considerados nas próximas fases do Zoneamento.”*

Nota 2: *“O trabalho em questão visa orientar o produtor na escolha das espécies e variedades mais indicadas climaticamente para o plantio em sua região. Este material não deve ser utilizado para fomentar a criação de restrições e condicionantes ao produtor.”*

LITERATURA

ASPIAZÚ, C.; BRITES, R.S. SIGs. **Sistemas de informações geográficas**; Conceituação e importância. Viçosa: UFV/SIF, 1989. 29p. (Boletim técnico, 2)

BRUNINI, O. **Cenários de mudanças climáticas global - sua interação no microzoneamento ecológico e na estimativa das necessidades de irrigação e suporte ao manejo irrigacionista para preservação dos recursos hídricos no CBH-ALPA**: Relatório do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Campinas: FUNDAG, 2013.

CAMARGO, A.P. **Balanco hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim técnico, 116)

CAMPELO JÚNIOR, J.H.; CASEIRO, F.T.; HERBSTER, O.F. **Zoneamento do potencial de produção de grãos em Mato Grosso**. Cuiabá: UFMT, 1990. 30p.

CAPUTI, E.; BRUNINI, O. Balanco Hídrico do Estado de São Paulo: Geo Informação na Internet. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., 2006, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: 2006.

CARPANEZZI, A.A.; PEREIRA, J.C.D.; CARVALHO, P.E.R.; REIS, A.; VIEIRA, A.R.F.; ROTTA, E.; STURION, J.A.; RAUEN, M.J.; SILVEIRA, R.A. 1988. **Zoneamento Ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, PR. EMBRAPA-CNPF. 1988. 113p. (Documentos, 21)

CEPAGRI. **Relatório**: aquecimento global e agricultura – projeto embaixada britânica. [s.d]. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/aquecimento_agricola.html. Acesso em: 8 abr. 2014.

CIIAGRO. **Zoneamento macro-climático, 2009**. Disponível em: http://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro.html. Acesso em: 23 abr. 2014.

FAPESP, Agencia. **Mudanças climáticas vão afetar agricultura no Brasil, afirma especialistas**. [s.d]. Disponível em: <http://ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1814->

mudancasclimaticas-vao-afetar-agricultura-no-brasil-afirmamespecialistas.html>. Acesso em: 23 abr. 2014.

FELGUEIRAS, C.A. **Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital de terreno para microcomputadores**: São José dos Campos: INPE, 1987. 243 p. Dissertação (Mestrado em sensoriamento remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

FERREIRA, C.C.M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1997. 158p.

GOUVÊA, J.R.F. **Mudanças climáticas e a expectativa do seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP**. 2008. 98f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Programa de Pós-graduação em agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008. Disponível em: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Carmen/Meus%20documentos/Downloads/juliagouvea%20(1).pdf>. Acesso em: 5 ago. 2014.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2001: The scientific Basis**. Contribution of Working Group I to the IPCC Third Assessment Report. Cambridge University Press. 2001.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate. Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Summary for Policymakers. Working Group I. Disponível em: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Pub_SPM v2.pdf>. Acesso em: 3 Ago. 2014.

THORNTHWAITTE, C.W.: MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

WREGER, M.S.; CARAMORI, P.H.; FRITZONS, E.; PASTOLA, A.; CHRISTENSEN, G.L. Agroclimatic zoning for eucaliptus in the state of Paraná and the new scenarios defined by global climate change. **Revista Geama**, Recife. v.3, n.4, p.216-228, 2017.

ZULLO JUNIOR, J. Agricultura e mudanças climáticas. **Pré.Univesp**. São Paulo, novembro de 2012.



Colaboradores

