

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 175

Zoneamento Climático: *Pinus taeda* no Sul do Brasil

Rosana Clara Victoria Higa
Marcos Silveira Wrege
Bernadete Radin
Hugo Braga
João Henrique Caviglione
Itamar Bognola
Maria Augusta Doetzer Rosot
Marilice Cordeiro Garrastazu
Paulo Henrique Caramori
Yeda Maria Malheiros de Oliveira

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411 000 - Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675 5600

Home page: www.cnpf.embrapa.br

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz

Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsos, Jorge

Ribaski, José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot,

Sérgio Ahrens

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

Capa: desenho: Kuhlman, 1947

1ª edição

1ª impressão (2008): sob demanda

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Zoneamento climático: *Pinus taeda* no sul do Brasil [recurso eletrônico] / Rosana Clara Victoria Higa ... [et al.]. Dados eletrônicos - Colombo : Embrapa Florestas, 2008.

1 CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ; 175)

ISSN 1517-536X (impresso)

1. *Pinus taeda* - Brasil - Região Sul. 2. Zoneamento climático. 3. Plantação florestal. 4. Mudança climática. I. Higa, Rosana Clara Victoria. II. Wrege, Marcos Silveira. III. Radin, Bernadete. IV. Braga, Hugo. V. Cavaglione, João Henrique. VI. Bognola, Itamar. VII. Rosot, Maria Augusta Doetzer. VIII. Garrastazu, Marilice Cordeiro. IX. Caramori, Paulo Henrique. X. Oliveira, Yeda Maria Malheiros de. XI. Série.

CDD 634.9751 (21. ed.)

Autores

Rosana Clara Victoria Higa

Engenheira Agrônoma, Doutora,
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*
rhiga@cnpf.embrapa.br

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro Agrônomo, Doutor,
Pesquisador da *Embrapa Florestas*
wrege@cnpf.embrapa.br

Bernadete Radin

Engenheira Agrônoma, Doutora,
Fepagro
radin@fepagro.rs.gov.br

Hugo Braga

Engenheiro Agrônomo, Doutor,
Epagri/Ciram
hjb@epagri.sc.gov.br

João Henrique Caviglione

Engenheiro Agrônomo, Doutor,
Iapar
caviglone@iapar.br

Itamar Bognola

Engenheiro Agrônomo, Doutor,
Pesquisador da *Embrapa Florestas*
iabog@cnpf.embrapa.br

Maria Augusta Doetzer Rosot

Engenheira Florestal, Doutora,
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*
augusta@cnpf.embrapa.br

Marilice Cordeiro Garrastazu

Engenheira Florestal, Mestre,
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*
marilice@cnpf.embrapa.br

Paulo Henrique Caramori

Engenheira Agrônomo, Doutor,
Iapar
caramori@iapar.br

Yeda Malheiros de Oliveira

Engenheira Florestal, Doutora,
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*
yeda@cnpf.embrapa.br

Apresentação

A região Sul do Brasil agrega as melhores condições edafoclimáticas para plantações de *Pinus taeda*

O clima é determinante na produtividade de plantações florestais, além de ser um dos fatores de maior risco, quando não adequado à cultura.

Orientações para escolha da melhores áreas para novos plantios podem contribuir para melhoria da produtividade. Melhores técnicas de geoprocessamento, aliadas a melhoria nas séries de dados climáticos, têm sido empregadas com sucesso nas principais culturas comerciais, mostrando-se como ferramenta de grande utilização não apenas para escolha de novas áreas, mas para decisões de práticas silviculturais.

A *Embrapa Florestas*, em parceria com o Iapar, a Epagri e a Fepagro, espera contribuir para a atividade florestal no Sul do Brasil com o mapa das regiões climáticas para o *P. taeda* e suas recomendações.

Helton Damin da Silva

Chefe Geral

Embrapa Florestas

Sumário

Introdução	9
A Espécie	10
Metodologia	12
Resultados e Discussão	14
Comentários Finais	16
Referências	16

Zoneamento Climático: *Pinus taeda* no Sul do Brasil

Rosana Clara Victoria Higa

Marcos Silveira Wrege

Bernadete Radin

Hugo Braga

João Henrique Caviglione

Itamar Bognola

Maria Augusta Doetzer Rosot

Marilice Cordeiro Garrastazu

Paulo Henrique Caramori

Yeda Maria Malheiros de Oliveira

Introdução

Nos últimos anos, a demanda por madeira de plantações florestais para diversos usos, mas principalmente o industrial, vem aumentando e, conseqüentemente, há necessidade de áreas para novas plantações (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF, 2006).

O principal produtor de madeira em tora originada de plantações florestais para movelaria, construção civil e outros fins, é o Estado do Paraná, com 15,3 milhões de m³ produzidos em 2005, ou 33,4 % do total nacional, que foi de 45,9 milhões de m³. Em seguida vem Santa Catarina com 21,2 %, São Paulo com 18,4 % e o Rio Grande do Sul com 10,7 % (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

Segundo dados apurados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), a área de plantio florestal realizado no Brasil no ano de 2005 alcançou 553 mil hectares. Neste total, estão incluídas as áreas de reforma e expansão de novos plantios para pínus, eucalipto e outras espécies. Estima-se que, desse total, 130 mil hectares (cerca de 24 % do total) foram realizados em

pequenas e médias propriedades, incentivados por programas de fomento florestal do setor privado e, em alguns casos, financiados por programas como o Pronaf Florestal e Propflora e ainda os programas públicos estaduais de fomento. As reformas e os novos plantações foram realizados, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste, que representaram mais de 70 % do total plantado no país. A área plantada em 2005 representa um crescimento de 18,9 % na área de plantio em relação a 2004, quando foram plantados 465 mil hectares (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF, 2006).

Segundo Tomaselli (2004), as florestas plantadas com *P. taeda* deverão atingir 3 milhões de hectares em 2020, o que disponibilizará 83 milhões de m³; no entanto, o consumo industrial projetado é de aproximadamente 87 milhões de m³ (5 % mais que a produção projetada), indicando falta de madeira na região. Portanto, novas plantações são necessárias.

O zoneamento climático é uma ferramenta importante na tomada de decisões e contribui para o sucesso dessas plantações. Outra consideração de grande importância, onde o zoneamento pode ser empregado, é quanto ao impacto das mudanças climáticas sobre o setor florestal brasileiro (FEARNSIDE, 1998; 1999).

A Espécie

Pinus taeda L. é a espécie florestal economicamente mais importante do sul dos Estados Unidos, onde domina cerca de 11,7 milhões de hectares. A espécie responde a tratamentos silviculturais e pode ser manejada em povoamentos naturais e em plantações. Ela ocorre em 14 estados, desde o sul de Nova Jersey até a região centro-sul da Flórida e oeste do Texas. A área inclui a planície atlântica, o planalto de Piedmont e a extremidade sul do planalto de Cumberland, também ocorrem nas partes altas do Rim e no vale e cume das montanhas Apalaches (BAKER; LANGDON, 1990; LITTLE, 1971).

O clima da área de ocorrência natural é úmido, temperado quente com verões longos e quentes e inverno ameno. A precipitação média anual varia

de 1.020 a 1.520 mm. O período livre de geadas varia de 5 meses na área norte e 10 meses ao longo da costa dos estados do Sul. A temperatura média anual é de 13 °C a 24 °C, sendo que a temperatura média de julho, o mês mais quente, é de 27 °C e a máxima absoluta freqüentemente excede 38 °C. A temperatura média de janeiro, o mês mais frio, varia de 4 °C a 16 °C e ocasionalmente a mínima absoluta pode cair até -23 °C na área norte da distribuição natural (LITTLE, 1971).

Os principais fatores limitantes à distribuição de *P. taeda* são danos causados por baixas temperaturas no inverno na parte norte e déficit hídrico na parte oeste (LITTLE, 1971).

Um sumário dos requisitos de *P. taeda* como espécie introduzida é apresentado por Booth e Jovanovic (2000). *P. taeda* pode ser plantado em regiões tropicais e subtropicais com altitudes entre 0 e 900 m, precipitação média anual entre 900 mm e 2.200 mm e estação seca de 0 a 6 meses; temperatura média anual entre 14 °C e 24 °C e temperatura média do mês mais quente entre 20 °C e 35 °C, temperatura média do mês mais frio entre 1 °C e 18 °C. É tolerante a geadas; pode suportar períodos de alagamento do solo e déficit hídrico. Embora apresente grande plasticidade, apresenta também grande variação de produtividade em função das condições edafoclimáticas; assim, cresce em uma grande variedade de solos, de diferentes texturas, capacidade de retenção de umidade e acidez, mas apresenta baixa produtividade em solos de baixa fertilidade.

No Brasil, o gênero *Pinus* foi introduzido inicialmente em 1936, através do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, e vem sendo amplamente utilizado nos programas de reflorestamento no País (KRONKA et al., 2005). Plantios com esse gênero totalizam 1,8 milhão de hectares ou 33 % do total de florestas plantadas no Brasil (FIER, 2001). *P. taeda* é mais plantada nas regiões mais frias do planalto sulino do Brasil, pelo seu elevado incremento volumétrico, além de apresentar baixo teor de resina na madeira. A espécie é amplamente utilizada na Região Sul (EMBRAPA, 1986; 1988), onde foram instalados vários ensaios de procedências, especialmente no início dos anos 70 com as ações do Prodepef (Programa

de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal) com contribuição de peritos da FAO. Os resultados mostraram que as procedências de regiões mais quentes cresceram melhor que as de regiões mais frias, e o crescimento em locais mais quentes, como Capão Bonito, SP, mostrou variações mais acentuadas (SHIMIZU; HIGA, 1981). Os resultados dos experimentos dão uma idéia da importância da temperatura média anual na formação de raças geográficas de *P. taeda*.

P. taeda é uma das espécies do gênero de maior desenvolvimento na Região Sul do Brasil, alcançando incrementos médios anuais (IMA) superiores a 40 m³/ha/ano aos 18 anos e níveis de produtividade entre os maiores do mundo para a espécie (FERREIRA, 2005). Esses valores são bastante superiores aos das plantações dos Estados Unidos, onde a média é 10 m³/ha/ano (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF, 2006). Comparando volumes obtidos em desbastes, Schultz (1997) relata que, no Estado de Santa Catarina, *P. taeda* produziu 69,3 m³/ha aos 9 anos e 132,3 m³ aos 14 anos, enquanto que no Estado da Carolina do Sul, nos Estados Unidos, 69,3 m³ só foi alcançado aos 15 anos de idade por ocasião do primeiro desbaste.

O teor de argila foi um dos fatores de solo que mais influenciaram na produtividade do *P. taeda* na região de Arapoti, PR (CARVALHO et al., 1999). Práticas de manejo como preparo de solo, adubação, espaçamento e regime de desbaste também afetam a produtividade da espécie (MARTIN; JOKELA, 2004; HIGA, 2006).

Metodologia

Na Região Sul do Brasil, a espécie se desenvolve em amplas condições climáticas com poucas restrições, sendo pouco afetada por geadas. No entanto, na apresenta desenvolvimento comercialmente atrativo em várias partes dessa região. Dessa forma, foram adotados como ideais os seguintes critérios:

- Temperatura média anual: e" 13 °C e < 20 °C;

- Média das temperaturas máximas absolutas do mês mais quente: e" 20 °C e < 29 °C;

- Média das temperaturas mínimas absolutas do mês mais frio: e" 4 °C e < 8 °C.

Os dados de 32 estações da rede de estações meteorológicas do Paraná (Iapar), 28 estações de Santa Catarina (Epagri) e 32 estações do Rio Grande do Sul (Fepagro/ 8° Disme/Inmet) foram utilizados nas análises do zoneamento. A partir das temperaturas máximas diárias, foram estimadas médias das temperaturas máximas absolutas de cada estação para o mês mais quente (dezembro). As médias das temperaturas mínimas absolutas foram estimadas a partir de dados de temperaturas mínimas diárias no mês mais frio (julho) e a temperatura média anual foi calculada utilizando dados de temperatura média diária. Os planos de informação em sistemas de informações geográficas foram feitos relacionando os dados de temperatura com o modelo digital de altitude, por meio de regressão linear. Ao todo, foram gerados três mapas, um para cada tipo de temperatura. O modelo de altitude (GTOPO30) foi gerado pelo USGS (*United States Geological Survey*) e adaptado ao nosso sistema (brasileiro) de referência por Weber et al. (2004).

O mapa de classificação das zonas para plantio foi obtido por operações entre os planos de informação das temperaturas citadas, formando três classes: uma em que todos os critérios foram plenamente atendidos, denominada "classe preferencial"; outra, em que parte dos critérios foi atendida, denominada "classe recomendada"; e a última, em que nenhum dos critérios foi atendido, denominada "classe não recomendada", o restante são áreas fora do limite recomendado para plantio.

Resultados e Discussão

O mapa de classificação de áreas recomendadas para plantio de *P. taeda* na Região Sul do Brasil é apresentado na Fig. 1. As áreas de classe preferencial estão localizadas nas partes de maior altitude, regiões mais

frias, que correspondem a uma parte do Terceiro Planalto e áreas de altitude do Primeiro Planalto Paranaense. Também, do ponto de vista climático, a espécie encontra áreas preferenciais nas Serra Gaúcha e Planalto Catarinense; ali, não havendo restrições de solos e com uso de sementes e práticas silviculturais adequadas, a espécie pode apresentar altas produtividades.

Em locais da classe recomendada, podem ser alcançadas altas produtividades, desde que observadas as premissas citadas. De acordo com Bognola (2007), entre os solos mais adequados, estão os profundos, bem drenados com grande espessura do horizonte A (alto teor de matéria orgânica). Bizon (2006) observou grandes variações na produtividade de *P. taeda* no noroeste do Paraná e sul de São Paulo em relação às condições edafoclimáticas.

As áreas não recomendadas podem ser consideradas áreas de transição, onde embora não existam restrições do ponto de vista climático, o incremento volumétrico é inferior aos pinus tropicais e inferiores às regiões preferenciais e recomendadas. Essa diferença é observada principalmente nos limites naturais do segundo planalto, a leste pela Escarpa Devoniana e a oeste pela Escarpa da Esperança, região com grandes áreas de reflorestamento.

As áreas fora dos limites da classificação não são recomendadas para plantio.

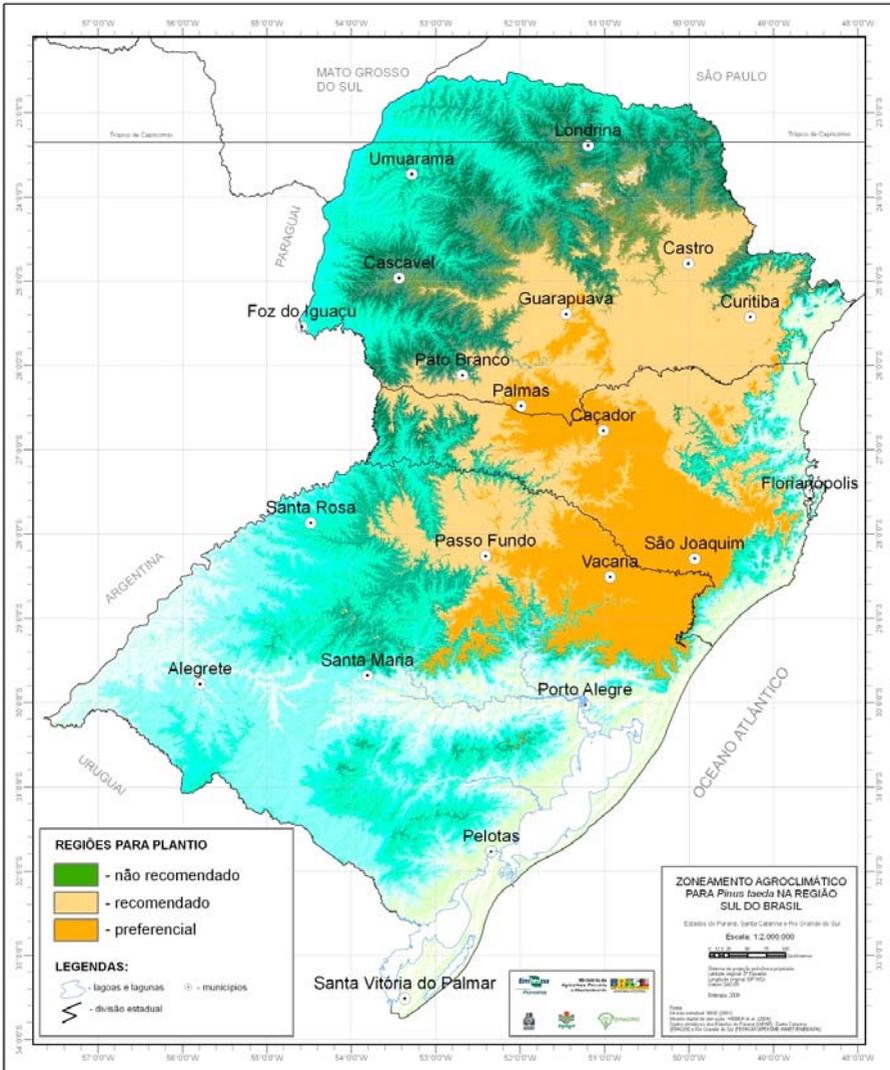


Fig. 1. Zoneamento climático para *P. taeda* na Região Sul do Brasil.

Comentários Finais

A Região sul do Brasil praticamente não apresenta nenhuma das condições restritivas ao desenvolvimento de *P. taeda*, como aquelas observadas na sua região de origem, como déficit hídrico e baixas temperaturas ao norte. Dessa forma, a espécie pode sobreviver em grande parte da região, mas com baixas produtividades, muito aquém das observadas nos locais onde o clima e solo são favoráveis.

Referências

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF: ano base 2005. Brasília, DF: Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, 2006. 80 p.
- BAKER J. B.; LANGDON, O. G. *Pinus taeda* (L.) Loblolly Pine. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Coord.). **Silvics of North America**. Washington, DC: USDA, Forest Service, 1990. v. 2, p. 198-204. (USDA. For. Serv. Agric. Handbook, 654).
- BIZON, J. M. C. **Avaliação da sustentabilidade nutricional de plantios de *Pinus taeda* L. usando um balanço de entrada-saída de nutrientes**. 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BOGNOLA, I. A. **Unidades de manejo para *Pinus taeda* L. no planalto norte catarinense, com base em características do meio físico**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CARVALHO, A. P.; MENEGOL, O.; OLIVEIRA, E. B.; MACHADO, S. A.; POTTER, R. O.; FASOLO, P. J. FERREIRA, C. A.; BARTOZESCK, A. Efeitos de características do solo sobre a capacidade produtiva de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 51-66, jul./dez. 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Curitiba, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 17).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 21).
- FEARNSIDE, P. M. Plantation forestry in Brazil: projection to 2050. **Biomass and Bioenergy**, v. 15, n. 6, p. 437-450, 1998.

FEARNSIDE, P. M. Plantation forestry in Brazil: the potential impacts of climatic change. **Biomass and Bioenergy**, v. 16, n. 2, p. 91-102, 1999.

FERREIRA, R. A. **Análise genética e seleção em testes dialélicos de *Pinus taeda* L.** 2005. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FIER, I. S. **Variação genética e métodos de melhoramento para *Pinus maximinoi* H.E. Moore em Telêmaco Borba (PR).** 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

HIGA, R. C. V. **Dinâmica de carbono *Pinus taeda* L. voltadas a exigências climáticas e práticas silviculturais.** [Gainesville]: University of Florida, [2006]. 62 f. Relatório final pós doutorado. Não publicado.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da silvicultura 2005. **Comunicação Social**, 22 nov. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=739>. Acesso em: 10 ago. 2008.

KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. **A cultura do pínus no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 156 p.

LITTLE JUNIOR, E. L. **Atlas of United States: conifers and important hardwoods.** Washington, DC: USDA, Forest Service, 1971. v. 1. (USDA. Miscellaneous Publication, 1146).

MARTIN, T. A.; JOKELA, E. J. Stand development and production dynamics of loblolly pine under a range of cultural treatments in north-central Florida USA. **Forest Ecology and Management**, v. 192, p. 39-58, 2004.

SCHULTZ, R. P. **Loblolly pine: the ecology and culture of Loblolly pine (*Pinus taeda* L.).** Washington, DC: USDA, Forest Service, 1997. (USDA. For. Serv. Agricultural Handbook, 713).

SHIMIZU, J. Y.; HIGA, A. R. Variação racial do *Pinus taeda* L. no sul do Brasil até o sexto ano de idade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 2, p. 1-25, 1981.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Estatísticas. In: _____. **Sociedade Brasileira de Silvicultura [home page]**. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 20 ago 2001.

TOMASELLI, I. **Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina documento de trabajo: informe nacional Brasil.** [Brasília, DF]: Ministerio del Medio Ambiente de Brasil: Roma: FAO, 2004. 155 p.

WEBER, E; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação.** Porto Alegre: UFRGS, Centro de Ecologia, 2004. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>. Acesso em: 17 jul. 2008.