



## Zoneamento edafoclimático da acácia-negra para o extremo sul do Brasil

Marcos Silveira Wrege<sup>1(\*)</sup>, Marilice Cordeiro Garrastazu<sup>2</sup>, Carlos Alberto Flores<sup>3</sup>, Silvio Steinmetz<sup>3</sup>, Carlos Reisser Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr. Eng. Agrônomo, Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcos.wrege@embrapa.br

<sup>2</sup>MS. Eng. Florestal, Embrapa Florestas, Colombo, PR, marilice.garrastazu@embrapa.br

<sup>3</sup>Dr. Eng. Agrônomo, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, cflores@terra.com.br

(\*)Autor para correspondência

### INFORMAÇÕES

#### História do artigo:

Recebido em 16 de Junho de 2017

Aceito em 10 de agosto de 2017

#### Termos para indexação:

crédito agrícola

seguro rural

riscos climáticos

### RESUMO

O Brasil passa por mudanças na matriz produtiva madeireira, buscando regiões pioneiras para florestamentos que agreguem características edafoclimáticas favoráveis. Por outro lado, a região da Metade Sul do Rio Grande do Sul é carente de investimentos, contando com áreas favoráveis para plantios comerciais de *Acacia mearnsii*, espécie com grande potencial de desenvolvimento em algumas regiões do estado. O presente trabalho é importante para auxiliar no planejamento de uso da terra, representando os estudos de zoneamento agrícola de riscos climáticos (ZARC), os quais são importantes instrumentos de política agrícola para concessão de seguro rural e crédito agrícola. A identificação das épocas e das regiões com os menores riscos climáticos e edáficos é importante ferramenta para auxiliar produtores rurais a conduzirem suas atividades com maior êxito, ao escolher, para cada região, a melhor época de cultivo e a cultura mais bem adaptada. O risco de geadas e o déficit hídrico são responsáveis por grande parte dos sinistros agrícolas no Brasil, ocasionando perdas econômicas em um grande número de anos. Na região sul do país, as limitações edáficas, os riscos de geada e de déficit hídrico devem ser considerados nas atividades de planejamento agrícola, uma vez que não há meios de cultivar *A. mearnsii* em uma região com riscos elevados. Assim, esse trabalho apresenta o mapeamento das diferentes zonas edafoclimáticas existentes na região do Corede Sul, conjunto de municípios com características comuns situados na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, mostrando as diferenças de riscos existentes entre os municípios.

© 2017 SBAgro. Todos os direitos reservados.

### Introdução

O estado do Rio Grande do Sul localiza-se em uma faixa de latitude muito próxima à da Austrália, região de origem da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild), apresentando-se portanto com aptidão edafoclimática para o desenvolvimento da espécie.

O gênero *Acacia* é característico de regiões áridas ou semiáridas, sendo comum ocorrer também em regiões subúmidas. Existem poucas espécies de ocorrência em regiões úmidas, presentes nas florestas tropicais e nos campos (HIGA et al., 2009).

A faixa de latitude de sua ocorrência natural varia entre 34 a 43° S e, a altitude, desde o nível do mar até 850 metros.

O clima da região de origem é úmido e subúmido, frio e moderadamente quente com temperaturas médias do mês mais quente variando entre 25 e 28 °C e médias das temperaturas mínimas no mês mais frio variando entre 0 e 5 °C. Não se desenvolve bem em regiões onde ocorrem temperaturas maiores que 40 °C (BOLAND et al., 1984). Assim, pode se desenvolver bem na região sul do Brasil, onde as condições médias de temperatura são muito parecidas (WREGE et al., 2011).

Acácia-negra é a terceira espécie mais plantada no Brasil, superada apenas pelo *Eucalyptus* e *Pinus* (SBS, 2006). É plantada comercialmente no Rio Grande do Sul, onde representa uma significativa parcela dos plantios comerciais de florestas no estado. Além do uso como matéria prima para tanino, celulose e carvão, apresenta grande importância social, por ser usada em pequenas propriedades, beneficiando muitas famílias. Pode, nos primeiros dois anos de desenvolvimento, ser usada em consórcio com outros plantios e, após os três anos, o sub-bosque formado sob as árvores pode ser usado como pastagem para o gado (MORA, 2002).

No Brasil, a plantação de acácia-negra tem uma característica multifuncional, pois tem uma ação recuperadora dos solos de baixa fertilidade, através da fixação de nitrogênio; permite o plantio consorciado de culturas agrícolas e a criação de gado no seu interior.

A casca e a madeira tem uso na indústria (HIGA et al., 2009), como madeira aglomerada, produção de celulose Kraft, lenha para secagem de grãos e fumo, padarias, olarias e uso doméstico (TONIETTO e STEIN, 1997).

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de mapeamento das diferentes zonas edafoclimáticas no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, indicando as melhores regiões para cultivo comercial, por meio das informações geoespaciais de risco de ocorrência de geadas, analisadas em conjunto com o balanço hídrico e os parâmetros de solo.

## **Materiais e métodos**

### **Base cartográfica em escala semidetalhada - 1:50.000**

A digitalização das folhas cartográficas em escala 1:50.000, elaboradas pela 1ª. Divisão de Levantamento da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, para o zoneamento edafoclimático da região do extremo sul do Rio Grande do Sul, RS, foi realizada no Laboratório de Planejamento Ambiental da Embrapa Clima Temperado, em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (GARRASTAZU et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2007). Foram digitalizadas a hidrografia, a rede viária, os limites municipais e as áreas urbanas para 87 folhas cartográficas.

Diversas informações foram disponibilizadas na mídia em arquivos de imagem (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2006). Assim, a base cartográfica, a carta imagem e o modelo numérico do terreno (MNT) foram recortados em forma retangular, de maneira a cobrir a área de cada município (formato A3).

### **Necessidades de temperatura para o desenvolvimento da acácia-negra**

No estado do Rio Grande do Sul, a ocorrência de geadas é um dos principais fatores de restrição à produção agropecuária. Isso inclui as mudas e as árvores de pequeno porte de acácia-negra, com até dois anos. O principal problema podem ser as geadas tardias de primavera. Além das geadas, a ocorrência de déficit hídrico também é um fator de risco importante para as plantas nesta fase, por não estarem suficientemente bem enraizadas. Com o passar do tempo, com o desenvolvimento das mudas, ocorre o aprofundamento do sistema radicular, reduzindo o risco de déficit hídrico, sendo caracterizado como uma vantagem dos plantios florestais em relação às culturas anuais. Porém, nos primeiros meses após o transplantio, a acácia-negra pode ficar exposta à ocorrência de estiagens prolongadas, quando o regime pluvial é irregular, podendo, em alguns casos, ser necessário o replantio das mudas. Esse problema pode ser maior em regiões com solos rasos e com baixa capacidade de retenção de água, como é o caso da Serra do Sudeste, situada na Metade Sul do estado. Em função do regime pluvial da região, o problema pode ser maior no verão, período em que os déficits hídricos são mais comuns, dada a maior evapotranspiração.

Com base nestas informações, para o zoneamento agroclimático e edafoclimático, foram utilizados como critérios de riscos climáticos o risco de geadas e o risco de déficit hídrico, sendo o primeiro de maior restrição.

O risco de geadas foi calculado utilizando a temperatura mínima do ar a partir de dados obtidos das estações meteorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º Disme/INMET). Ambos os institutos perfazem uma rede de estações meteorológicas, contendo 32 estações com dados climáticos diários e históricos superiores a 30 anos, na maioria delas.

Os limites para o desenvolvimento da acácia-negra, utilizados para calcular os riscos desfavoráveis, foram: probabilidade inferior a 20% de ocorrência de temperaturas mínimas diárias, registradas no abrigo meteorológico, de 3 °C (risco de geadas) e probabilidade de ocorrência de déficit hídrico inferior a 20% (risco de déficit hídrico).

### **Necessidades de água para o desenvolvimento da acácia-negra**

Para a acácia-negra, mais importante que o total plu-

vial, é a distribuição das chuvas, que deve ter regularidade, pois não tolera déficits hídricos por períodos prolongados, principalmente no primeiro ano de plantio. Deve ser plantada sobre as coxilhas, pois não tolera terrenos alagados e solos mal drenados.

O balanço hídrico foi elaborado considerando a capacidade de armazenamento de água (CAD) de cada classe de solo que compõe as unidades de mapeamento, obtida a partir da interpretação do mapa de solos do estado na escala 1:750.000 (BRASIL, 1973) e que foram agrupadas em três classes de armazenamento, com os seguintes valores:  $CAD_1 = 50$  mm,  $CAD_2 = 75$  mm e  $CAD_3 = 100$  mm, sendo realizadas simulações de balanço hídrico utilizando cada caso.

Os dados foram provenientes da rede nacional de estações meteorológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), contendo 160 estações no estado do Rio Grande do Sul. Essa quantia de estações foi obtida após a seleção das estações com mais de dez anos. Algumas séries com pequenas falhas, de um dia a um mês, foram usadas, corrigindo-as com os dados das estações vizinhas.

Para calcular o risco de déficit hídrico, é necessária a coexistência de dados de temperatura e precipitação em um mesmo local. Como os dados de temperatura disponibilizados pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os de precipitação, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) são em locais distintos, foi necessário desenvolver um modelo para o cálculo da temperatura nos 160 locais em função da altitude, latitude e longitude. Assim, a evapotranspiração, feita a partir da temperatura pelo método de THORNTHWAITE (1948), foi calculada para os 160 locais, permitindo que o balanço hídrico e o cálculo de risco de déficit hídrico fossem também feitos para estes mesmos 160 locais.

Os mapas foram processados, utilizando os dados de risco de ocorrência de déficit hídrico, por krigagem, com um módulo de geostatística em sistemas de informações geográficas (ENVIRONMENTAL, 1999).

Nestes mapas, as informações foram organizadas em três classes de riscos climáticos, de acordo com os riscos de geadas e de déficit hídrico, pelos seguintes critérios:

**Preferencial (P):** compreende áreas sem restrições de geadas e com baixo risco de déficit hídrico para o cultivo.

**Recomendável (R):** compreende áreas com restrições climáticas ligadas à época de implantação. Deve-se evitar o plantio a partir do mês de janeiro, quando os riscos de estiagem são maiores e as plantas ainda apresentam sistema radicular pouco desenvolvido.

**Pouco restrito (PR):** compreende áreas com alto risco de ocorrência de déficit hídrico (> 20%) e com alto risco de ocorrência de geadas (> 20%).

## Critérios para o zoneamento edáfico da acácia-negra

Foram utilizados os levantamentos de solos dos municípios integrantes do Corede Sul, situados na Serra do Sudeste no Rio Grande do Sul, na escala aproximada de 1:436.000, segundo a compilação realizada por CUNHA et al. (2006). Foram abordados vários aspectos relacionados aos solos ocorrentes na região (FLORES et al., 2009), sendo classificados segundo um número mínimo de características edáficas importantes para o estabelecimento e desenvolvimento da acácia-negra, tais como profundidade efetiva, drenagem, textura, relevo, fertilidade e pedregosidade.

### Textura

A textura, uma das mais importantes características físicas do solo, foi considerada por relacionar-se diretamente com a capacidade de retenção de água, permeabilidade, capacidade de retenção de cátions, arabilidade e suscetibilidade do solo à erosão. As classes de textura consideradas foram adaptadas com base nos grupamentos texturais constantes em Embrapa (2006), e são: arenosa, média, argilosa (1:1), muito argilosa (1:1), argilosa (2:1), siltosa e orgânica. A expressão orgânica foi atribuída aos solos que apresentam constituição predominantemente orgânica.

### Profundidade efetiva

A profundidade efetiva refere-se à profundidade máxima na qual as raízes penetram no solo em número razoável, sem impedimento de qualquer natureza, proporcionando às plantas suporte físico e meio para absorção de água, nutrientes e ar. Nem sempre a profundidade efetiva se limita à profundidade do solo (A + B), podendo ultrapassá-lo, principalmente quando o material de origem dos solos é mais facilmente intemperizável ou muito fraturado (basalto, arenito etc.). São exemplos de impedimentos a presença de lençol freático, substrato rochoso, camadas compactadas, pedregosidade e fragipans. Consideraram-se as classes de profundidade efetiva recomendadas por Embrapa (2006) para levantamentos de solos com pequenas modificações (Tabela 1).

**Tabela 1.** Classes de profundidade efetiva do solo para a acácia-negra.

Classes	Profundidade efetiva
Muito profundo	> 200 cm
Profundo	$100 \leq 200$ cm
Profundo	$50 \leq 100$ cm
Pouco profundo	$50 \leq 100$ cm
Raso	$\leq 50$ cm
Muito raso	$\leq 25$ cm

## Relevo

O relevo (Tabela 2) regula os movimentos da água ao longo da vertente, tanto na superfície como no interior do solo, agindo sobre seu regime hídrico e, conseqüentemente, sobre os fenômenos de percolação interna e ações correlatas - lixiviação de solutos, transporte de partículas coloidais em suspensão no meio líquido - e ainda nos fenômenos em que a presença da água é imprescindível - hidrólise, hidratação, dissolução.

Quanto mais íngreme for o terreno, menor a possibilidade de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, do fluxo interno dela, e maior a quantidade de água que escorre na superfície (enxurrada) e a energia cinética pro-

**Tabela 2.** Classes de relevo empregadas na avaliação da aptidão edáfica da acácia-negra na região do Corede Sul, RS.

Classes	Declividades (%)
Plano	0 - 3
Suave	3 - 8
Ondulado	8 - 20
Forte ondulado	20 - 45
Montanhoso	45 - 75
Escarpado	> 75

duzida, potencializando o processo erosivo. Solos situados em relevo íngreme geralmente são menos profundos e apresentam menor capacidade de retenção de água. Em uma mesma situação climática, as plantas podem se apresentar com desenvolvimento diferenciado, especialmente as espécies florestais. A informação de profundidade pode também fornecer subsídios ao emprego de implementos e máquinas agrícolas, nas diversas fases do cultivo, além de inferir a respeito da suscetibilidade à erosão. As classes de relevo utilizadas no zoneamento edáfico para acácia-negra são as utilizadas pela Embrapa (2006) em levantamentos de solos.

## Drenagem dos solos

O solo é constituído por partículas de vários tamanhos, desde as muito pequenas, como as de argila, até as de tamanho dessimétrico, como os cascalhos, e as muito grandes, como os matacões. O volume de espaços vazios existentes entre as partículas individuais e agregados constitui a porosidade do solo e, esta é que determina a capacidade dos solos de armazenar e transmitir líquidos e gases. Os dados de granulometria dos horizontes, juntamente com a cor, possibilitam inferir, respectivamente, sobre a porosidade do solo e sua permeabilidade. Poros grandes e médios são importantes, respectivamente, na aeração e infiltração de

água e na condução desta através do solo; os de tamanho pequeno são importantes no armazenamento da água.

O principal problema referente à drenagem deficiente de alguns solos é a falta de oxigênio, prejudicando a respiração das raízes. Quando é muito acentuada, devido à respiração anaeróbia, podem ocorrer acúmulos de compostos como etanol, etileno e metano, tóxicos quando presentes em teores elevados. O ferro e o manganês, uma vez reduzidos para as formas bivalentes, apresentam também toxicidade para as plantas. Este somatório de fenômenos limita o uso de solos com horizonte glei (Gleissolos) ou caracteres, tais como: gleico, plúntico, abruptico, sendo tanto mais limitantes quanto mais superficiais ocorrerem (KOZLOWSKI et al., 1991)

Na interpretação dos levantamentos de solos para fins do zoneamento edáfico da acácia-negra (Tabela 3), são apresentadas classes de drenagem relacionadas com as classes definidas em EMBRAPA (2006). As classes de drenagem referem-se à quantidade e rapidez com que a água recebida pelo solo infiltra e escoar, afetando as condições hídricas do mesmo (duração do período em que permanece úmido ou encharcado).

## Pedregosidade ou rochosidade

Refere-se à proporção de calhaus, matacões ou exposição de rochas do embasamento, quer sejam afloramentos de rochas, lajes de rochas, camadas delgadas de solos sobre rochas ou predominância de 'boulders' com mais de 100 centímetros de diâmetro, presentes na superfície ou massa do solo, que interferem diretamente na utilização de implementos e máquinas agrícolas. As classes de pedregosidade ou rochosidade empregadas são apresentadas na Tabela 4.

## Resultados e discussão

### Zoneamento agroclimático da acácia-negra

Os mapas de risco de geadas, elaborados em sistemas de informação geográfica (ENVIRONMENTAL, 1999), foram obtidos por meio de operações entre imagens, considerando modelos de regressão de temperatura em função da altitude (modelo numérico do terreno - MNT) e das coordenadas geográficas decimais, com base nos dados da rede de estações meteorológicas. Para tanto, utilizou-se o modelo numérico do terreno da Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (UNITED, 1999; SOUZA FILHO, 2003) adaptado para o sistema brasileiro de referência oficial pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (WEBER et al., 2005; WEBER; HASENACK, 2006).

O período com maior risco de geadas na região é de abril a outubro (WREGGE et al., 2004), devendo-se evitar o transplantio das mudas para o campo nesse período. A época de produção das mudas deve ser ajustada à época de

**Tabela 3.** Classes de drenagem empregadas na avaliação da aptidão edáfica para acácia-negra na região do Corede Sul, RS.

Classe	Descrição
Fortemente e excessivamente drenado	A água é removida do solo rapidamente. Solos muito porosos, de textura média a arenosa e bem permeáveis
Acentuadamente drenado	A água é removida rapidamente do solo. Solos de textura média ou argilosa, porém com atividade baixos (Tb), muito, porosos e bem permeáveis
Bem drenado	A água é removida com facilidade do solo, porém não rapidamente. Os solos geralmente apresentam textura argilosa ou média
Moderadamente drenado	A água é removida um tanto lentamente do solo, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa parte do tempo. Os solos geralmente apresentam camada de permeabilidade lenta no <i>solum</i> ou imediatamente abaixo dele
Imperfeitamente drenado	A água é removida lentamente do solo, de modo que este permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. Os solos apresentam geralmente camada de permeabilidade lenta no <i>solum</i> e/ou lençol freático alto
Mal drenado a Muito mal drenado	A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece na superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. Os solos ocupam áreas planas ou depressões onde há, frequentemente, estagnação de água. Solos com gleização e comumente com horizonte hístico

**Tabela 4.** Classes de pedregosidade empregadas na avaliação da aptidão edáficas da acácia-negra na região do extremo sul do Rio Grande do Sul, RS.

Classes	Pedras ou rocha (%)	Tipo de restrição
Ausente	0 a 0,1	Sem restrições
Pouca	0,1 a 0,3	Ligeira a moderada
Moderada	3 a 15	Forte
Abundante	Maior que 15	Muito forte

transplântio para o campo, em função do período de ocorrência das geadas. A produção de mudas nos viveiros ainda é feita no período de ocorrência de geadas e, portanto, alguns cuidados devem ser tomados para que o transplântio seja feito até o mês de dezembro, como é recomendado.

As geadas ocorrem também nos microclimas, principalmente as geadas tardias. Geralmente, as zonas de baixadas permitem o acúmulo de ar frio nas partes mais baixas, aumentando os riscos nestas regiões. A face norte de exposição dos terrenos recebe maior radiação do sol e, portanto, permanece mais tempo com temperaturas maiores, sujeitando-se à ocorrência de geadas de menor intensidade. Ainda existem os corredores de geada, formados por deslocamento de ar frio, que podem danificar mudas de acácia-negra. Tomando-se os cuidados para evitar o plantio nos microclimas favoráveis à ocorrência de geadas, pode-se reduzir os riscos de perdas.

Além de seguir o zoneamento edafoclimático para o

plantio da acácia-negra, é fundamental a escolha do local correto para o plantio na propriedade, observando o microclima mais ajustado às necessidades da espécie.

O risco de déficit hídrico, assim como as geadas, também é importante na definição das regiões para plantio da acácia-negra, embora o estado do Rio Grande do Sul caracterize-se por um regime pluvial com boa distribuição das chuvas. Ainda assim, podem ocorrer estiagens que, associadas com a presença de solos rasos e arenosos, muito comuns na Metade Sul do estado, ocasionam períodos de seca prejudiciais às mudas da acácia-negra. Os solos das regiões serranas, normalmente rasos e com afloramentos rochosos, têm baixa capacidade de armazenamento de água e, com um tempo relativamente maior entre as chuvas, podem prejudicar o desenvolvimento das mudas, principalmente no verão. Fora das regiões serranas, na Metade Sul, existem muitos solos arenosos, com baixa capacidade de armazenamento de água, sujeitos à ocorrência de perío-

**Tabela 5.** Parâmetros utilizados para avaliação das classes de aptidão edáfica para a acácia-negra na região do Corede Sul, RS.

Parâmetros	Classes de aptidão edáfica			
	Preferencial	Recomendável	Pouco Recomendável	Cultivo não Recomendável
Drenagem	Fortemente, acentuadamente ou bem drenado	Moderadamente drenado	Imperfeitamente ou excessivamente drenado	Mal ou muito mal drenado
Profundidade efetiva	Muito profundo ou profundo	Pouco profundo	Raso	Muito raso
Grupamento textural	Média ou argilosa (1:1)	Muito argilosa (1:1)	Argilosa (2:1), arenosa ou siltosa	Orgânica
Relevo	Plano ou suave ondulado	Ondulado	Forte ondulado	Montanhoso ou escarpado
Fertilidade	Alta ou média	Baixa	Muito baixa	Presença de sais
Pedregosidade - rochiosidade	Ausente ou pouca	Moderada	Acentuada	Abundante

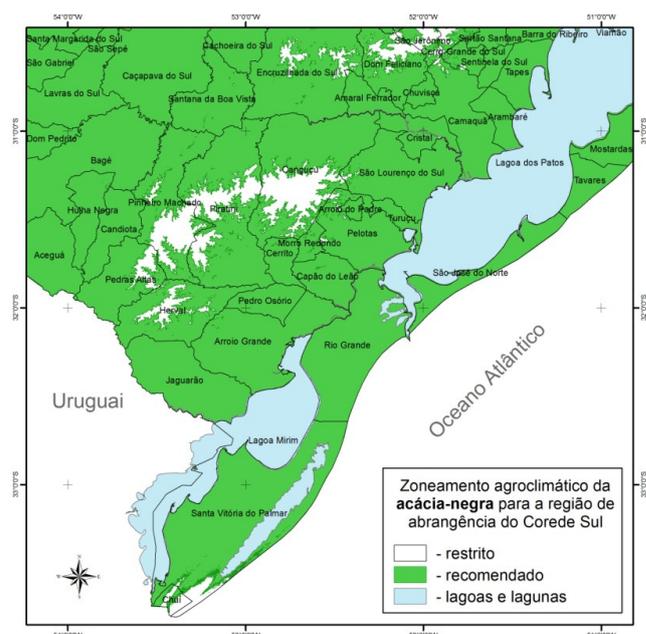
dos de déficit hídrico. A Fronteira Oeste é uma das regiões com problemas deste tipo onde, em 80% dos anos, podem ocorrer déficits de até 20 mm no verão.

O zoneamento agroclimático é apresentado na Figura 1. Nas regiões onde o plantio é pouco recomendado e ocorrem geadas menos freqüentes e severas, deve-se evitar baixadas e face de exposição do terreno sul, onde os danos podem ser maiores. A classe ‘não recomendado’ corresponde àquela com maior risco de ocorrência de geadas, podendo causar mortalidade, principalmente de mudas.

#### Aptidão edáfica para a acácia-negra

As características descritas para as unidades de mapeamento, tais como fertilidade, textura, relevo, drenagem, profundidade efetiva e pedregosidade, foram inicialmente organizadas e tabuladas em uma matriz, onde foram confrontadas com as necessidades da acácia-negra. Para cada uma das características avaliadas, foram estabelecidas diferentes classes de aptidão, organizadas em um quadro guia (Tabela 5).

Quando os solos apresentaram condições favoráveis à implantação e desenvolvimento das espécies, para todas as classes, foram classificados como pertencentes à classe de solos **Preferencial**. Quando ocorreram restrições em uma ou mais características que limitam as possibilidades de utilização do solo, foram enquadrados em classes distintas de aptidão: **Recomendável**, **Pouco Recomendável** e **Não Recomendável**. Para o enquadramento dos solos em uma determinada classe de aptidão, utilizou-se o fator de solo mais restritivo. As classes de aptidão edáfica consideradas neste trabalho foram as seguintes:



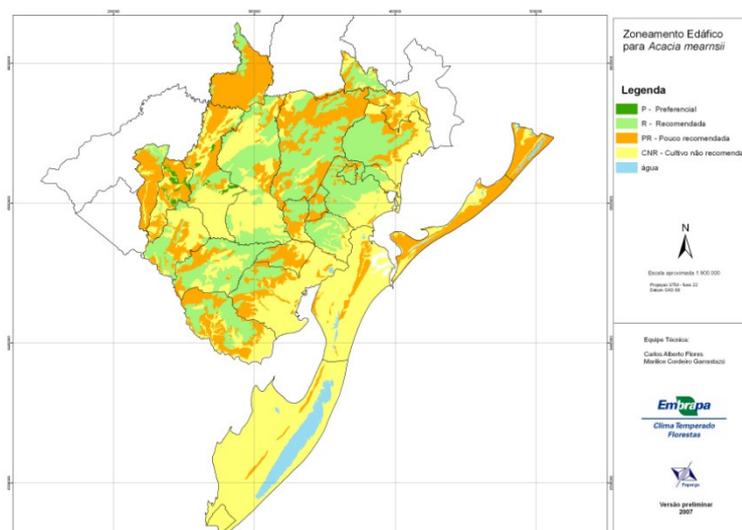
**Figura 1.** Zoneamento agroclimático da *Acácia mearnsii* para a região do Corede Sul, RS.

**Preferencial (P):** compreende terras sem limitações significativas. Há um mínimo de restrições que não reduzem a produtividade de forma expressiva e que não aumentam os insumos exigidos acima de um nível considerado aceitável;

**Recomendável (R):** nesta classe estão compreendidas as terras que apresentam limitações moderadas, porém, com redução de produtividade, aumentando a necessidade de insumos. Ainda que atrativas estas terras são sensivelmente inferiores àquelas obtidas pelas da classe Preferencial;

**Tabela 6.** Área conforme a classe relativa ao zoneamento edáfico da acácia-negra.

Zoneamento edáfico para acácia-negra	Área (ha)	Área (%)
Lagos, lagoas ou lagoas	100.650	2,7
Preferencial	79.702	2,2
Recomendado	846.700	22,8
Pouco recomendado	994.380	26,8
Não recomendado	1.692.664	45,6



**Figura 2.** Zoneamento edáfico da *Acacia mearnsii* para a região do Corede Sul, RS.

**Pouco recomendável (PR):** compreende terras que apresentam limitações fortes, com conseqüente limitação de produtividade, aumentando a necessidade de insumos. O desenvolvimento e as produtividades das espécies de *A. mearnsii* consideradas neste trabalho tendem a ser baixas;

**Não recomendável (NR):** as terras enquadradas nesta classe apresentam-se com limitações muito fortes para o uso com *A. mearnsii*, que parecem excluir a produção sustentada, independentemente do nível de manejo empregado.

Com os resultados obtidos na avaliação, foi gerado o mapa de aptidão edáfica para a acácia-negra, mediante reclassificação do mapa de solos (Figura 2). Neste processo, utilizou-se o sistema de informação geográfica ArcInfo (ENVIRONMENTAL, 1999). As áreas correspondentes às classes **Preferencial** e **Recomendada** somam aproximadamente 926 mil hectares, isto é, aproximadamente 25% da área avaliada, sendo que 72% sofre fortes restrições edáficas (Tabela 6).

#### **Zoneamento edafoclimático para a acácia-negra**

A integração dos zoneamentos edáfico e climático, denominada zoneamento edafoclimático, foi elaborada com o uso de ferramentas de sistemas de informações geográficas, por meio de operações entre imagens geradas em cada tipo de zoneamento - climático e edáfico, conforme men-

cionado anteriormente.

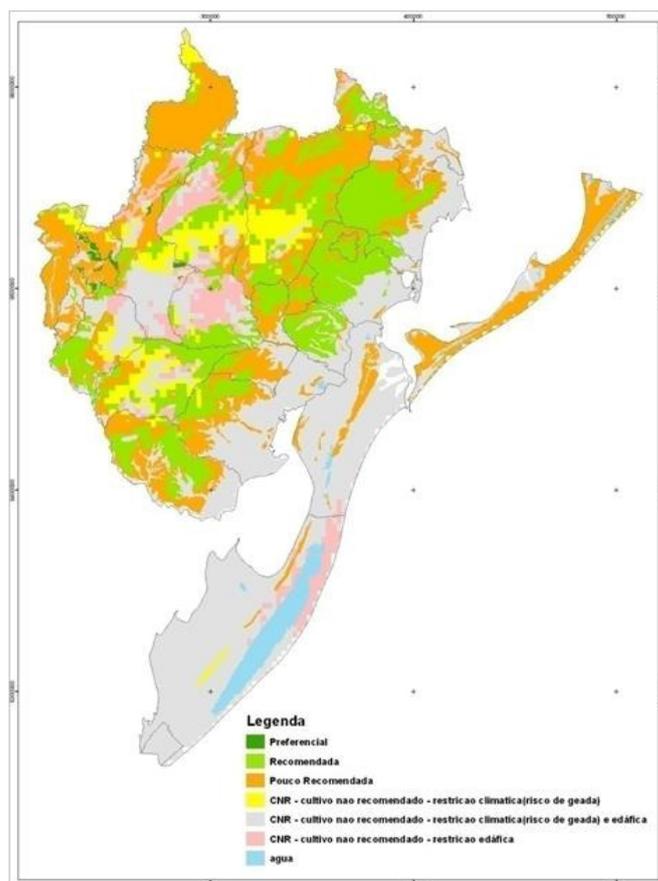
Os dados climáticos e edáficos foram reclassificados, usando o programa ArcGIS (ENVIRONMENTAL, 1999), de acordo com os critérios de preferência para as espécies (Tabela 7). Os maiores valores representaram a situação edafoclimática ideal, enquanto que os menores valores representaram situação inadequada, com problemas para produção das espécies florestais, quer seja devida ao clima, ao solo, ou ambos.

Os valores utilizados nas classes de clima (5, 6 e 7) ou de solo (1, 2, 3 e 4), foram multiplicados entre si para a obtenção dos resultados finais. Através deste cálculo, obteve-se as seguintes classes de aptidão edafoclimática: área de plantio preferencial (28); área com plantio recomendado (18, 21 e 24); área de plantio pouco recomendado (12 e 14) e área de plantio não recomendado (5, 6, 7, 10, 15, 20). Em outras palavras, cada célula do plano de informação de riscos climáticos foi multiplicada pela célula correspondente, com a mesma posição geográfica, do plano de informação de riscos edáficos (raster), sendo gerado o zoneamento edafoclimático.

A interação entre os zoneamentos edáfico e climático, denominado zoneamento edafoclimático, foi elaborada com o uso de ferramentas de sistemas de informações geográficas, por meio de operações entre imagens geradas em cada tipo de zoneamento (climático e edáfico), conforme

**Tabela 7.** Critérios de ponderação para a integração dos zoneamentos climático e edáfico, para o desenvolvimento do zoneamento edafoclimático.

Classes de aptidão	Clima (solo x clima)	Preferencial	Recomendado	Não recomendado
		(risco: 0-10%)	(risco: 10-20%)	(risco: >20%)
Solo		(7)	(6)	(5)
Preferencial	(4)	28	24	20
Recomendado	(3)	21	18	15
Pouco recomendado	(2)	14	12	10
Não recomendado	(1)	7	6	5



**Figura 3.** Zoneamento edafoclimático de *Acacia mearnsii* para a região do Corede Sul, RS.

mencionado anteriormente, obtendo-se a tabela 8, onde são apresentadas as áreas, na região de abrangência do extremo sul do Rio Grande do Sul, RS, relativas às classes de preferência. Na Figura 3, é apresentado o zoneamento edafoclimático para acácia-negra no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul.

Desenvolveu-se uma estratégia de interpretação do mapa de solos disponível para o zoneamento edáfico da acácia-negra para a região de abrangência do Corede Sul, RS. É necessário que se esclareça que, quando de posse de levantamentos de solos (mapas, textos) mais detalhados (escala < 1: 50.000), as classes de solos componentes das unidades de mapeamento a serem avaliadas tendem a for-

necer mais subsídios à interpretação. Com isto, o enquadramento das unidades de mapeamento em uma determinada classe de aptidão edáfica apresentará maior discriminação e precisão. Como exemplo: gleico, abruptico, plíntico, lítico, léptico etc. Entretanto, quando as informações de solos estão contidas em mapas de solos em escalas mais genéricas (escala > 1: 50.000), onde as unidades de mapeamento são de composição mais heterogênea, é necessário o agrupamento das unidades de mapeamento em categorias, definindo, em cada uma, classes distintas de utilização. Por exemplo: solos com horizonte B textural, relevo suave ondulado, tipo de argila, saturação por bases etc. Portanto, o presente zoneamento poderá apresentar diferenças de en-

**Tabela 8.** Área da classe de aptidão relativa ao zoneamento edafoclimático de *Acacia mearnsii* no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul.

Classes de preferência	Área (hectares)	Área (%)
Lagos, lagoas ou lagoas	100.560	2,7
Preferencial	5.462	0,2
Recomendado	883.972	23,8
Pouco Recomendado	976.796	26,3
Restrição climática por risco de geada	53.006	1,4
Restrição edáfica e climática por risco de geada	465.021	12,5
Restrição edáfica	1.226.736	33,1

quadramento de certas áreas quando o mesmo tiver como base levantamento de solos mais detalhado.

Considerando-se as restrições edáficas e climáticas, as áreas consideradas adequadas ao plantio de *A. mearnsii* são reduzidas. O que não significa que ela não possa se desenvolver fora desses locais, especialmente se for feito melhoramento genético da espécie para essas regiões, porém, os riscos fora das áreas recomendadas são sempre maiores. Isso não quer dizer que nas regiões onde são recomendadas não existam riscos. Os mesmos existem, mas são menores. As técnicas silviculturais devem ser específicas para cada nicho de desenvolvimento (GELDRES, 2004).

### Conclusões

O cultivo da acácia-negra no Rio Grande do Sul, nos municípios do Corede Sul, Serra do Sudeste, é viável, desde que seguidas as orientações deste zoneamento edafoclimático, realizando os plantios em zonas com riscos menores de geada e com solos profundos, de boa drenagem e menor pedregosidade.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (Fapergs), pelo apoio financeiro, por meio do projeto: “Zoneamento agroecológico como subsídio ao desenvolvimento da silvicultura na região do Corede Sul, Fronteira Oeste, Central e Jacuí Centro, RS”;

Aos municípios integrantes do Corede Sul pela viabilização do projeto;

Ao Dr. Flávio Miguel Schneider, *in memoriam*, professor da UFSM, pelo apoio;

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º Disme/Inmet), pelos fornecimento dos dados climáticos.

### Referências

- BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Nelson-CSIRO, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. 1973.
- CROMER, R.N.; CAMERON, D.M.; RANCE, S.J.; RYAN, P.A.; BROWN, M. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*. Nitrogen accumulation. **Forest Ecology and Management**, v. 62, n. 1-4, p. 231-243, 1993.
- CUNHA, N.G.; SILVEIRA, R.J.C.; SEVERO, C.R.S. **Solos e terras do planalto Sul-Rio-Grandense e planícies costeiras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 42 p. (Circular Técnica, 55, Embrapa Clima Temperado).
- DARROW, W.K. The effect of drought en eucalypt species growing on shallow soil in South Africa: Effect on mortality and growth. **ICFR Bulletin Series**, n.7-94, 24 p., 1994.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Base cartográfica**. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/laboratorios/planeja/basecartografica/index.php>>. Acesso em: 01 dez 2006.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS 9.1** (handbook). Redlands: Environmental Systems Research Institute, 1999. 4 volumes.
- FLORES, C.A.; GARRASTAZU, M.C.; MATTEI, V.L. **Critérios para o zoneamento edáfico do eucalipto**. In: Carlos Alberto Flores; José Maria Filipini Alba; Marcos Silveira Wrege. (Org.). Zoneamento agroclimático do eucalipto para o estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na região do Corede Sul, RS. 1ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, v. 1, p. 69-78.
- GARRASTAZU, M. C.; HASENACK, H.; WEBER, E.; FLORES, C. A.; SEVERO, C.A.S.; FILIPPINI ALBA, J. M. **Estruturação da base cartográfica e temática em SIG**. In: Carlos Alberto Flores; José Maria Filipini Alba; Marcos Silveira Wrege. (Org.). Zoneamento agroclimático do eucalipto para o estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na região do Corede Sul, RS. 1ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, v. 1, p. 69-78.
- GELDRES, E., JUAN E. SCHLATTER, J.E. Crecimiento de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre suelos rojo arcillosos de la provincia de Osorno, Décima Región. **BOSQUE**. v. 25 n.1, p. 95-101, 2004.
- GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para o reflorestamento no Brasil**: 2a. aproximação. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PRODEPEF. Série técnica, 11).

- HIGA, R. C. V.; WREGE, M. S.; MOCHIUTTI, S.; MORA, A.L.; HIGA, A.R.; SIMON, A.A. . **Acácia-negra**. In: José Eduardo B.A. Monteiro. (Org.). *Agrometeorologia dos Cultivos*. 1ed. Brasília: Inmet, 2009, v. 1, p. 311-319.
- JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. **Improved species climatic profiles**. MDBC **Joint Venture Agroforestry Program**. July 2002. RIRDC Publication N° 02/095.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The Physiological Ecology of Woody Plants**. San Diego: Academic Press, 1991.
- MORA, A. L. **Aumento da produção de sementes geneticamente melhoradas de *Acacia mearnsii* De Wild. (Acácia negra) no Rio Grande do Sul**. Curitiba, 2002. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- POYTON, R.J. Tree planting in Southern Africa. **The Eucalyptus**. Republic of South Africa. Department of Forestry, v.2, 1979.
- PRYOR, L.D. **Biology of Eucalypts**. London: E. Arnold, 1976.
- SIQUEIRA, O.J.W. de; BOLFE, E.L.; PEREIRA, R.S.; FILIPPINI ALBA, J.M.; MIURA, A.K. Ocupação das terras e banco de dados geográficos para desenvolvimento do Sul do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais....São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2007. p. 5525 - 5532.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. SBS. **Fatos e números do Brasil Florestal**. Disponível em: <<http://www.sbs.org>>. Acesso em: 20 de fev de 2006.
- STEIN, P. P.; TONIETTO, L. Black wattle silviculture in Brazil. In: BROWN, A. G.; KO, H. C. (Ed.). **Black Wattle and its Utilisation**. Barton: RIRDC, 1997. p. 78-82.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a ration classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.
- TONIETTO, L.; STEIN, P. P. Silvicultura da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Brasil. *Florestar Estatístico*. V. 4, n. 12, p. 11-16, Nov. 1996/out/1997.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Survey National Mapping Division. **Global 30 Arc Second Elevation Data**. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30>>. Acesso em: 10 jul. 1999.
- WEBER, E.; HASENACK, H. **Base cartográfica digital do Rio Grande do Sul**. Escala 1:250.000. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 29 p. e 1 CD-rom.
- 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. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>. Acesso em: 01.dez. 2005.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I. R. De. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. v. 1. 332 p .

## REFERENCIAÇÃO

WREGE, M. S.; GARRASTAZU, M. C.; FLORES, C. A.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R. Zoneamento edafoclimático da acácia-negra para o extremo sul do Brasil. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.59-69, 2017.

**Declaração:** os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.25, n.1, ago 2017) conforme foram aceitos pelo XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 14 a 18 de agosto de 2017, em Juazeiro, BA e Petrolina, PE, sem revisão editorial adicional da revista.

# Edaphoclimatic zoning of acacia mearnsii for the southern Brazil

Marcos Silveira Wrege<sup>1(\*)</sup>, Marilice Cordeiro Garrastazu<sup>2</sup>, Carlos Alberto Flores<sup>3</sup>, Silvio Steinmetz<sup>3</sup>, Carlos Reisser Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr. Eng. Agrônomo, Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcos.wrege@embrapa.br

<sup>2</sup>MS. Eng. Florestal, Embrapa Florestas, Colombo, PR, marilice.garrastazu@embrapa.br

<sup>3</sup>Dr. Eng. Agrônomo, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, cflores@terra.com.br

(\*)Corresponding author

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 16 June 2017

Accepted 10 August 2017

---

### Index terms:

agricultural credit

rural insurance

climatic risks

---

## ABSTRACT

Brazil undergoes changes in the timber production matrix, searching for pioneer regions for forestation that add favorable edaphoclimatic characteristics. On the other hand, the region of the Extreme South of the State of Rio Grande do Sul is lacking in investments, counting on favorable areas for commercial plantations of *Acacia mearnsii*, a species with great potential for development in some regions of the state. The present paper is important to assist in land use planning, representing agricultural risk zoning studies, which are important agricultural policy instruments for granting rural insurance and agricultural credit. The identification of times and regions with the lowest climatic and edaphic risks is an important tool to help rural producers to conduct their activities with greater success, by choosing for each region the best season of cultivation and the best adapted crop. The risk of frost and the water deficit are responsible for most of the agricultural losses in Brazil, causing economic losses in a great number of years. In the southern region of the country, edaphic limitations, frost risks and water deficit should be considered in agricultural planning activities, since there is no way to grow *A. mearnsii* in a region with high risks. Thus, this work presents the mapping of the different edaphoclimatic zones existing in the Corede Sul region, a set of municipalities with common characteristics located in the Southeastern zone of the State of Rio Grande do Sul, showing the differences in risks between municipalities.

© 2017 SB Agro. All rights reserved.

---

## CITATION

WREGE, M. S.; GARRASTAZU, M. C.; FLORES, C. A.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R. Zoneamento edafoclimático da acácia-negra para o extremo sul do Brasil. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.1, p.59-69, 2017.

**Disclaimer:** papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 25, n.1, aug 2017) as accepted by the XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 14-18, 2017 in Juazeiro, Bahia and Petrolina, Pernambuco, Brazil, without further revision by editorial board.