

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DA OLIVICULTURA
PARA O RIO GRANDE DO SUL

Editores técnicos
José Maria Filippini Alba
Carlos Alberto Flores
Marcos Silveira Wrege

Embrapa
Brasília, DF
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
www.cpact.embrapa.br
cpact.sac@embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Clima Temperado

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ariano Martins de Magalhães Júnior*

Secretaria-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos, Isabel Helena Verneti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio*

Supervisão Editorial: *Antônio Luiz Oliveira Heberlé*

Revisão de texto: *Bárbara Chevalier Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Fábio Lima Cordeiro*

Editoração eletrônica: *Fernando Jackson*

1ª edição

1ª impressão (2013): 100 exemplares

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 para Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Zoneamento edafoclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul / editores técnicos José Maria Filippini Alba et al. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

92 p.: il.; 21 cm x 29,7cm.

ISBN 978-85-7035-220-0

1. Recursos Naturais. 2. Zoneamento. 3. Azeitona. 4. Sistemas de Informação Geográfica. 5. Rio Grande do Sul. I. Filippini Alba, José Maria. II. Flores, Carlos Alberto. III. Wrege, Marcos Silveira. IV. Coutinho, Enilton Fick. V. Jorge, Rogério Oliveira. VI. Embrapa Clima Temperado.

CDD 634.63098165

©Embrapa, 2013

Autores

Carlos Alberto Flores

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, carlos.flores@embrapa.br.

Enilton Fick Coutinho

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, enilton.coutinho@embrapa.br.

José Maria Filippini Alba

Bacharel em Química, D.Sc. em Geoquímica Superficial, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, jose.filippini@embrapa.br.

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcos.wrege@embrapa.br.

Rogério Oliveira Jorge

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, rogerio.jorge@embrapa.br.

Rodrigo Thiel Lopes

Acadêmico do Curso de Tecnologia em Geoprocessamento, estagiário Embrapa/Ufpel, Pelotas, RS, rodrigolopes@outlook.com.

Apresentação

A Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul é uma região carente de investimentos, que contribui apenas com 16% do PIB estadual, para um território equivalente a 61% do estado. Assim, cadeias produtivas relacionadas a culturas com potencial de implantação na região devem ser incentivadas pelo poder público sob uma perspectiva de sustentabilidade e de redução de desigualdades regionais.

Este livro, dividido em quatro capítulos, representa o esforço da Embrapa e do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o ordenamento territorial da olivicultura, por meio da disponibilização do zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira para o estado.

O Capítulo 1 descreve a situação da olivicultura no mundo e no Brasil, resumindo aspectos produtivos, de fisiologia vegetal e da saúde humana, envolvendo também o principal produto, o azeite. No Capítulo 2 descreve-se o zoneamento agroclimático da cultura para o estado, idem para o zoneamento edáfico no Capítulo 3, na escala de trabalho 1:250.000. Finalmente, o Capítulo 4 apresenta a integração dos zoneamentos anteriores, ou seja, o zoneamento edafoclimático para a cultura da oliveira.

O Estado dispõe de quase 6,8 milhões de hectares de terras com aptidão edafoclimática "recomendável", dos quais 51% localizam-se na metade sul do Rio Grande do Sul e 10,6 milhões de hectares com aptidão edáfica "pouco recomendável". Boa leitura!

Clenio Nailto Pillon
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Agradecimentos

Aos professores M.Sc. Heinrich Hasenack e D.Sc. Eliseu Weber da UFRGS (Porto Alegre, RS) pela disponibilização da base de dados relacionada ao mapa digital de solos do estado em escala 1:250.000.

Sumário

1. Olivicultura: Mundo e Brasil. Enilton Fick Coutinho; Rogério Oliveira Jorge.....	9
2. Zoneamento agroclimático da olivicultura. Marcos Silveira Wrege; Enilton Fick Coutinho.....	11
3. Zoneamento edáfico da olivicultura. Carlos Alberto Flores; José Maria Filippini Alba.....	21
4. Zoneamento edafoclimático da olivicultura. José Maria Filippini Alba; Rodrigo Thiel Lopes; Carlos Alberto Flores; Marcos Silveira Wrege, Enilton Fick Coutinho e Rogério Oliveira Jorge.....	37
Anexo (arquivo pdf em CD)	

Capítulo 1. Olivicultura: Mundo e Brasil

Enilton Fick Coutinho
Rogério Oliveira Jorge

Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma das plantas mais antigas cultivadas pelo homem, porém, devido aos benefícios que o consumo de azeite proporciona à saúde humana e pela sua comprovada eficácia na prevenção de enfermidades cardiovasculares, seu cultivo adquiriu especial relevância nos últimos anos, ampliando-se as áreas de plantio. Pertence à família botânica Oleaceae, que apresenta espécies distribuídas por várias regiões de clima temperado e subtropical do mundo. As plantas desta família, na maioria, são árvores e arbustos, podendo às vezes apresentar espécies de hábito trepador. Várias produzem azeites em seus frutos, os quais são consumidos in natura ou depois de processados. Dos 29 gêneros desta família alguns apresentam interesse econômico ou hortícola, tais como *Fraxinus* (fresno), *Jasminum* (jasmim), *Ligustrum* (ligustro) e *Olea* (oliveira). O gênero *Olea* agrupa cerca de 35 espécies, todas as oliveiras cultivadas e também as oliveiras silvestres (acebuches), que pertencem à espécie *europaea*. Há diferenças de opinião sobre como subclassificar dentro da espécie, porém geralmente se considera que as oliveiras cultivadas pertencem à subespécie *sativa* e as oliveiras silvestres à subespécie *sylvestris*. É a única espécie da família Oleaceae que apresenta fruto comestível.

O cultivo desta planta é um dos mais antigos, com relatos de cultivos em torno de 6.000 anos a.C. na zona da Palestina. É originária da região que se estende desde o sul do Cáucaso até as planícies do Irã, Palestina e zona costeira da Síria, passando pelo Chipre até a Anatólia e por Creta até o Egito, povoando todos os países da região mediterrânea. A partir do século XV, com as viagens oceânicas de Cristóbal Colón, Fernando de Magallanes e Juan Sebastián Elcano, se estendeu pelo Novo Mundo e, na atualidade, é cultivada na Argentina, Peru, Uruguai, Chile, Marrocos, África do Sul, China, Índia, Nova Zelândia, Austrália, etc.

Os cultivos de oliveira se concentram entre as latitudes 30° e 45°, tanto no Hemisfério Norte como no Sul em locais onde, de modo geral, o clima é do tipo Mediterrâneo, caracterizado por verão seco

e quente, ocorrendo baixas temperaturas no período de floração, o que é de suma importância à obtenção de produções satisfatórias.

No Rio Grande do Sul, a oliveira foi introduzida oficialmente em 1948, por meio da criação do Serviço Oleícola, órgão especializado da Secretaria da Agricultura, com a finalidade de supervisionar e orientar os trabalhos de pesquisa. Porém, há relatos do plantio de oliveiras em diversas cidades do estado entre 1938 e 1939, como por exemplo, Rio Grande, Pelotas, Santa Rosa, Marau, Taquara e São Lourenço (GOBBATO, 1945).

O apoio governamental, estimulando o desenvolvimento da cultura, ainda sem base técnica, inclusive com oferta de prêmios e isenção de imposto territorial, derivou na formação de olivais de baixa qualidade. O município de Uruguaiana foi um dos pioneiros, através do embaixador Batista Luzardo, que plantou na Fazenda São Pedro um grande olival, com aproximadamente 72 mil mudas oriundas da Argentina. O azeite de oliva e as azeitonas de mesa produzidas no Brasil, naquele período, foram enviados para análises em laboratórios brasileiros e italianos, onde verificou-se que os mesmos não perdiam em qualidade sensorial para os produtos italianos.

Várias tentativas de exploração racional da oliveira foram realizadas pela iniciativa privada nas últimas décadas. Entretanto, por falta de tecnologias apropriadas, como por exemplo: produção de mudas com alta sanidade e idoneidade genética, definição de zoneamento edafoclimático considerando as peculiaridades de cada cultivar, isto é, conhecimento de fisiologia da floração e frutificação, manejo adequado da planta e do solo, tecnologias de produção e armazenamento de azeite, etc., houve insucesso.

No Brasil, é crescente o interesse pela cultura da oliveira, especialmente entre os estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina. Nestes estados, existem olivais em fase de produção, beneficiamento de azeitonas e embalagem de azeite. Estima-se, segundo dados recentemente obtidos pela Emater no Estado do Rio Grande do Sul e pela Associação dos Olivicultores dos Contrafortes da Mantiqueira (Assoolive), que somente entre os estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo 1.200 ha de terra foram implantados com a cultura, sendo que ainda existem diversos projetos de plantio no Rio Grande do Sul, de investidores brasileiros e estrangeiros, com áreas que chegam a atingir mais de 100 ha em cada investimento.

Existe a oportunidade real para que o Brasil, em médio a longo prazo, torne-se um grande produtor de azeitonas de mesa e de azeite com competitividade no mercado nacional e internacional, porém, é necessário que toda a cadeia produtiva esteja organizada (produtores, beneficiadores, comerciantes, instituições creditícias e de extensão, etc.). Neste sentido, o zoneamento edafoclimático contribuirá de forma sistemática à referida organização, uma vez que se tornará possível identificar as regiões preferenciais, recomendáveis, pouco recomendáveis e não recomendáveis, de maneira a orientar o ordenamento territorial conforme as regiões com aptidão climática e edáfica mais adequadas à cultura.

Capítulo 2. Zoneamento agroclimático da olivicultura

Marcos Wrege
Enilton Coutinho

Em 2006, pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, da Embrapa Semiárido, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Gestão Rural de Santa Catarina (Epagri), do “Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria” (Inia, Uruguai), do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), da Universidade de Caxias do Sul (UCS), da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), da Emater/RS-Ascar, da Câmara de Comércio Portuguesa no Brasil-RS e da Empresa Agromillora S.A., iniciaram ações de pesquisa para avaliar a viabilidade do cultivo comercial da oliveira na região Sul do Brasil. O objetivo geral do projeto foi realizar a introdução, avaliação e identificação de cultivares de oliveira produtoras de azeitonas com qualidade comercial, para elaboração de conserva ou de azeite no Sul do Brasil. O projeto foi elaborado considerando os resultados obtidos pela Epamig, o desempenho de pomares cultivados no Chile, na Argentina e no Uruguai, os relatos encontrados sobre o cultivo da oliveira no Brasil e o alto potencial de geração de renda e diversificação do agronegócio que o cultivo da oliveira representa, principalmente, para a Metade Sul do Rio Grande do Sul. As pesquisas foram distribuídas em três planos de ação: (1) zoneamento edafoclimático para a cultura da oliveira no Sul do Brasil; (2) introdução e avaliação agrônoma de cultivares em diferentes condições edafoclimáticas da região Sul do Brasil e (3) transferência de tecnologia (COUTINHO, 2005).

Neste capítulo é apresentado o zoneamento edafoclimático da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul conforme Wrege et al. (2009) , com o objetivo de indicar as melhores regiões para cultivo na perspectiva de aptidão agroclimática, isto é, aquelas com menores riscos climáticos para o desenvolvimento dos frutos. A oliveira é cultivada, normalmente, em regiões semiáridas do Mediterrâneo, caracterizadas pelas elevadas temperaturas e baixa pluviosidade (250-550 mm anuais) nos meses secos, de verão. Os principais fatores climáticos que influenciam o crescimento e desenvolvimento são descritos a seguir.

2.1. Critérios climáticos para o zoneamento

Temperatura

A oliveira é mais sensível ao frio que outras espécies frutíferas plantadas em regiões de clima temperado (pessegueiro, ameixeira, macieira, pereira, etc.). Porém, devido aos frios progressivos de outono a planta apresenta, durante o período de repouso (inverno), resistência a temperaturas inferiores a 0°C. Os danos causados pela baixa temperatura podem atingir diferentes órgãos da planta (Tabela1), principalmente para indivíduos jovens, assim, as geadas constituem situações críticas (Figura 1).

Tabela 1. Temperaturas críticas e seu efeito em ramos, flores e frutos de oliveira (*Olea europea*).

Órgão	Temperaturas (°C)	Efeito(s)
Ramos com menos de um ano	-10 a -5	Morte dos ramos.
Ramos novos	-5 a 0	Queimadura do ápice e feridas nos ramos, favorecendo a entrada de pragas e doenças.
Frutos novos	abaixo de 0	Danificação dos frutos; queda na produção e perda em quantidade e qualidade de azeite.
Flores (plena floração)	15 a 20	Floração normal.
Frutos em fase de maturação	25 a 35	Bom tamanho e coloração das azeitonas (cultivares de mesa) e boa acumulação de azeite e açúcares.

Fonte: Adaptado de Navarro e Parra (2008).

De acordo com as experiências de plantio nos países do Mediterrâneo, as temperaturas adequadas para que ocorra frutificação efetiva (fruit set) normal, não devem superar a 35 °C ou serem inferiores a 25 °C. As plantas são capazes de suportar altas temperaturas no verão (próximas a 40 °C) sem sofrerem queimaduras. Entretanto, a atividade fotossintética começa a ser inibida quando a temperatura ultrapassar a 35 °C.



Figura 1. Formação de geada em área cultivada com oliveiras, Dom Pedrito, RS, 2007. Foto: Enilton Fick Coutinho.

Para que as azeitonas atinjam a maturação, há necessidade de acúmulo de calor desde o início da floração até o início do amadurecimento do fruto. A acumulação térmica expressa em “Graus Dia” (GD) é a quantidade de calor que se acumula em 24 horas, quando a temperatura for maior ou igual a 12 °C. Para calcular a acumulação térmica mensal, emprega-se a seguinte equação:

$$GD = (T^{\circ}\text{Média} - 12^{\circ}\text{C}) \times n^{\circ} \text{ de dias do mês}$$

Assume-se o valor zero, quando a temperatura for menor ou igual a 12 °C.

Segundo Mársico (1955), para a oliveira desenvolver-se normalmente, é necessário que durante o transcurso das diferentes fases vegetativas (setembro a maio), a temperatura total acumulada seja de 5.000 °C (Tabela2).

Tabela 2. Diferentes estágios fenológicos da oliveira (*Olea europaea*), temperatura média ideal e acumulada em diferentes estágios fenológicos.

Estágio fenológico		Temperatura média (°C)	Temperatura acumulada (°C)
Início da floração	10	-	
Aparecimento das inflorescências (flores fechadas)		15	750
Plena floração	18-19	550	
Fecundação e frutificação efetiva		21-22	700
Maturação dos frutos	25 a 35		3.000
Total	-	5.000	

Fonte: Adaptado de Mársico (1955).

Em relação à acumulação de frio ou horas de frio, existem divergências entre os diferentes pesquisadores da área de olivicultura. Um grupo de pesquisadores espanhóis, utilizando a cultivar Arbequina em experimentos para determinar a relação entre horas de frio e floração, observou que as folhas eram os principais órgãos envolvidos no processo de acumulação de frio (NAVARRO; PARRA, 2008).

Foi observado no Chile que, quando os invernos são quentes, especialmente nos anos em que se manifesta o fenômeno El Niño, as produções seguintes são reduzidas, indicando necessidade de frio invernal para manter florações abundantes nas oliveiras.

No Brasil, devido a pouca disponibilidade de informações tecnológicas sobre a cultura da oliveira, são necessários mais estudos da ecofisiologia desta espécie, para verificar se realmente existe relação entre a acumulação de frio e as diferentes fases do ciclo produtivo.

Como já fora comentado, a oliveira é cultivada, normalmente, em regiões semiáridas do Mediterrâneo (COUTINHO, 2007). No inverno mediterrâneo ocorre acumulação de frio, considerada indispensável para que a oliveira saia da dormência na primavera e atinja, posteriormente, florescimento uniforme. O limiar de temperatura, isto é, a temperatura base, abaixo da qual não ocorre crescimento, é de

12,0 °C (TAPIA et al., 2003). De acordo com experiências de plantio nos países do mediterrâneo, a temperatura adequada para que ocorra a frutificação efetiva normal, não deve superar os 35 °C, nem ser inferior aos 25 °C. As plantas, contudo, são capazes de suportar altas temperaturas no verão, próximas a 40 °C, sem que os ramos e folhas sofram queimaduras. Porém, a atividade fotossintética começa a ser inibida quando a temperatura ultrapassa os 35 °C (COUTINHO, 2007).

Comparada com outras espécies frutíferas a oliveira é mais sensível ao frio, porém, ocorre aumento gradual de tolerância, provocada pelas baixas temperaturas outonais, responsáveis pelo estímulo da planta à entrada na fase de dormência. Assim, a oliveira chega resistir a temperaturas pouco inferiores a 0 °C. Pequenas lesões em brotos e ramos novos podem ocorrer, se a temperatura baixar, ficando entre 0 °C e -5 °C. Se a temperatura diminuir ainda mais, isto é abaixo de -10 °C, podem ocorrer danos definitivos nos brotos e ramos. Abaixo de -10 °C, a planta pode sofrer danos irreversíveis e morrer (NAVARRO; PARRA, 2008).

Temperaturas no Rio Grande do Sul

As temperaturas no Rio Grande do Sul raramente ultrapassam os 35 °C, exceto em anos atípicos, mas por períodos curtos, não ultrapassando os 40 °C no verão. O clima ideal para maturação dos frutos é observado na Metade Sul do estado, com temperatura entre 25 °C e 35 °C, dentro da faixa de temperatura considerada ideal para a maturação das azeitonas. Dificilmente ocorrem temperaturas abaixo de 0 °C no inverno, sendo o intervalo de variação predominante de 3 °C a 15 °C. Em alguns dias, durante o inverno, a temperatura pode subir acima de 25 °C, devido à variabilidade climática.

Umidade Relativa (UR)

A UR elevada favorece o aparecimento de problemas sanitários, especialmente doenças causadas por fungos. A ocorrência de neblinas é prejudicial à oliveira, principalmente se ocorrer no período de floração, podendo, inclusive, causar a queda total das flores (Figura 2).



Figura 2. Oliveiras cultivadas em clima com elevada umidade relativa do ar, Pelotas, RS, 2009. Foto: Enilton Fick Coutinho.

A floração da oliveira ocorre na primavera, quando as temperaturas alcançam em média 15 °C. As gemas florais começam a inchar, evoluindo até a plena floração, acontecendo a polinização e, posteriormente, a fixação dos frutos (fruit set). Para que este processo ocorra exitosamente, é necessário que a temperatura média diária seja de 22 °C e a umidade relativa do ar entre 60 e 80%. Se a UR for inferior a 50%, a viabilidade dos estigmas (órgão da flor destinado a receber o grão de pólen) é reduzida a menos de três dias, a qual é insuficiente para que se desenvolva o tubo polínico e, conseqüentemente, ocorre à redução do fruit set. Ao contrário, quando a UR é próxima de 100%, o pólen se hidrata e aumenta de peso, reduzindo, assim, o efeito da polinização anemófila. Além disso, é possível que, devido à excessiva hidratação, o mesmo aumente demasiadamente de tamanho, destruindo-se completamente, ainda no interior da antera. Portanto, é recomendado que, na região selecionada para explorar comercialmente a oliveira, a UR do ar nos meses de setembro a novembro (período de floração) não seja superior a 80%.

Umidade relativa no Estado do Rio Grande do Sul

A UR é um dos fatores relevantes quando se está elaborando o zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira, devido à sua importância, principalmente na fase de florescimento. Varia conforme as regiões do estado, apresentando-se maior nas zonas litorâneas e diminuindo gradativamente de leste para oeste, em função do efeito de continentalidade. Em vista disso, a Fronteira Oeste é a zona ideal para cultivo da espécie, principalmente porque a umidade relativa é baixa na fase de florescimento, situando-se entre 60% e 80%. Em cada região, no entanto, podem existir microclimas com situações diferenciadas e que devem ser observadas. De modo geral, devem-se evitar as baixadas, onde nas primeiras horas da manhã ou à noite pode haver acúmulo de nevoeiros e, também, os topos de morros, devido à intensidade do vento. Os terrenos com face de exposição norte são os mais adequados, devido ao maior tempo de captação da radiação solar, resultando temperaturas maiores.

Pluviometria

A oliveira apresenta características de planta xerófila, isto é, folhas coriáceas com grossa cutícula e estômatos na parte inferior da folha (proporcionando a redução do processo transpiratório), permitindo que a atividade vegetativa seja retomada rapidamente, mesmo que ocorra déficit hídrico prolongado.

O requerimento hídrico anual é de aproximadamente 650 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano. Em caso de extrema seca, como medida de sobrevivência, a oliveira induz a produção de flores masculinas. As raízes em busca de umidade atingem grandes profundidades e, na direção horizontal, próximas à superfície, avançam de tal forma que se entrelaçam com as raízes das plantas vizinhas, mesmo que em espaçamentos amplos (10 m x 10 m). Os efeitos do déficit hídrico em diferentes períodos sobre o processo de crescimento e produção da oliveira estão disponibilizados na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito do déficit hídrico nos processos de crescimento e produção da oliveira

Processo	Período	Efeito do déficit hídrico
Crescimento vegetativo	Setembro - Maio	Redução do crescimento e do número de flores no ano seguinte
Desenvolvimento de gemas florais	Agosto - Outubro	Redução do número de flores. Aborto do ovário
Floração	Setembro - Outubro	Redução da fecundação
Fixação de frutos (fruit set)	Outubro - Novembro	Aumento da alternância de produção
Crescimento inicial do fruto	Novembro - Dezembro	Diminuição do tamanho do fruto (menor número de células/fruto)
Continuação do crescimento e início da maturação do fruto	Janeiro - Maio	Diminuição do tamanho do fruto (menor tamanho das células do fruto)
Acumulação de azeite	Fevereiro - Abril	Diminuição do conteúdo de azeite do fruto

Fonte: Adaptado de Orgaz e Fereres (1999).

Índice pluviométrico no Rio Grande do Sul

O índice pluviométrico do estado encontra-se entre 1.000 e 1.900 mm, acima do necessário para o desenvolvimento da oliveira (650 mm), apresentando-se bem distribuído ao longo do ano, sem modificações consideráveis entre as estações. No verão podem ocorrer períodos de estiagem, principalmente nas regiões de Serra, onde os solos são, geralmente, rasos (com menos de 50 cm de profundidade) ou nas demais regiões onde os solos são arenosos (mais comum de ocorrer na Metade Sul do estado). Nessa época, a chuva total é de 400–500 mm, em média, semelhante ao que ocorre nos países de clima mediterrânico, onde as chuvas não ultrapassam 250–550 mm nessa mesma época. No Rio Grande do Sul, não ocorre falta de água para o desenvolvimento da oliveira. Pode até mesmo haver excesso na primavera, época em que ocorre o florescimento, o que poderá se tornar um problema em alguns anos, uma vez que o estigma da flor torna-se menos pegajoso ao pólen, diminuindo ou, em alguns casos, anulando totalmente o fruit set.

Cálculo e mapeamento de riscos climáticos

As variáveis climáticas foram calculadas sobre dados diários, por meio do estabelecimento da frequência de ocorrência de eventos climáticos desfavoráveis na fase de florescimento da oliveira, considerada a mais crítica. Foram estabelecidas três classes de risco climático que aumentam gradativamente:

- 1) plantio recomendável, quando os riscos se mantêm inferiores ou iguais a 10%;
- 2) plantio tolerável (recomendável com restrições), com riscos climáticos acima de 10% mas inferiores ou iguais a 20%;
- 3) plantio não recomendável, com riscos superiores a 20%.

Os riscos foram calculados, em ordem decrescente de importância, para UR, índice pluviométrico, risco de geada e temperatura na fase de maturação dos frutos. Apenas no último caso, os cálculos foram feitos para um período distinto à fase de florescimento. Para o cálculo dos riscos, foi utilizada a base de dados climáticos diários da rede de estações meteorológicas da Fepagro, das estações da Embrapa Clima Temperado e da Embrapa Trigo e das estações do 8º distrito de meteorologia do

Inmet. Todas estas estações são georreferenciadas e a maioria tem séries históricas com mais de 30 anos, o suficiente para os estudos de zoneamento agroclimático.

Para o cálculo de riscos considerou-se a média das ocorrências de eventos climáticos desfavoráveis a cada dez dias, que foi enquadrada de acordo com as três classes de preferência anteriormente mencionadas. Na etapa seguinte, estes riscos foram mapeados com o auxílio de um sistema de informações geográficas (ENVIRONMENTAL..., 1999). As variáveis de risco da UR e da precipitação pluviométrica foram interpoladas por krigagem depois de ajustar os covariogramas, conforme o modelo esférico. Outro método foi utilizado para avaliar a frequência de ocorrência de geadas e a temperatura ideal na fase de maturação, “a regressão linear múltipla” (PINTO et al., 1972; ROBERTSON; RUSSELO, 1968), dada a estreita relação que existe entre a temperatura e o relevo, a latitude e a longitude, com influência indireta da continentalidade e da proximidade de rios, lagos ou lagoas. Para isso, foi utilizado o modelo digital de elevação GTOPO30, que divide o território conforme uma malha regular com pontos distanciados 30 metros nos sentidos NS e EW (WEBER et al., 2004; U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1999). Considerando uma precisão gráfica de 0,5 mm, a variável altitude foi mapeada em escala mínima aproximada de 1:60.000, valor suficiente para ajustar os dados climáticos relacionados à temperatura, disponíveis em macroescala.

2.2. Zoneamento agroclimático da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul

Como consequência da escala do mapa e da metodologia aplicada, mesmo para as classes “recomendável” e “tolerável”, existem riscos climáticos, devendo-se evitar cultivar nas baixadas com elevada umidade relativa, evidenciadas a campo pela formação de nevoeiro pela manhã ou à noite, assim como os topos de morros com ventos fortes. Na região da Serra do Nordeste, no Litoral, parte da Depressão Central e na fronteira com a Argentina, conforme ilustra a classe representada em cor laranja, não é recomendável o cultivo da oliveira, devido à elevada umidade relativa na época de florescimento (Figura 3). Na Serra do Nordeste ainda existe o risco de geada nesta fase. O plantio é restrito na Serra do Sudeste e em grande parte da Metade Norte do estado. Nestas zonas, deve-se dar preferência às áreas de menor UR, terrenos com face de exposição Norte e com pouco vento (WREGGE et al., 2009) são mais adequados pelo fato das rampas de exposição ficarem mais tempo expostas à radiação solar e se apresentarem com temperaturas maiores, protegidas dos ventos do sul, sendo recomendado inclusive o uso de quebra-ventos para amenizar essa condição.

Exceto em anos atípicos, a temperatura no Estado raramente ultrapassa os 35 °C, não superando os 40 °C no verão. O clima ideal para maturação dos frutos encontra-se na Metade Sul do Estado, com temperatura entre 25 °C e 35 °C, variação considerada ideal. Temperatura abaixo de 0°C é pouco frequente, sendo a amplitude 3 °C a 15 °C dominante no inverno. No entanto, devido à variabilidade climática, a temperatura pode atingir acima de 25 °C, esporadicamente no inverno (WREGGE et al., 2011).



Figura 3. Zoneamento agroclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul.

Como já fora mencionado, o índice pluviométrico entre 1.000 e 1.900 mm está acima do necessário para o desenvolvimento da oliveira (650 mm), apresentando-se bem distribuído ao longo do ano, sem muitas modificações entre as estações (WREGGE et al., 2011). No verão podem ocorrer períodos de estiagem, principalmente nas regiões de Serra, onde os solos são, geralmente, rasos (com menos de 50 cm de profundidade) ou nas demais regiões onde os solos são arenosos (mais comum de ocorrer na Metade Sul do Estado). Nesta época, a chuva total é de 400-500 mm, em média, pouco diferente do que ocorre nos países de clima mediterrâneo, onde as chuvas não ultrapassam os 250-550 mm, no mesmo período. Não ocorre falta de água no Estado para o desenvolvimento da oliveira, podendo até mesmo haver excesso na primavera, época em que ocorre o florescimento, o que pode se tornar um problema em alguns anos, principalmente nas regiões indicadas no zoneamento como “plantio tolerável”. Como o histórico de produção no Estado é precário, o plantio nestas regiões deve ser visto com cautela, iniciando-se com pequenas áreas e expandindo aos poucos, na medida em que forem surgindo resultados de pesquisa, quando o zoneamento poderá ser refinado, considerando as cultivares em estudo.

A UR foi o fator de maior relevância neste zoneamento, devido à sua importância, principalmente, na fase de florescimento. Varia conforme as regiões do Estado, sendo maior nas zonas litorâneas e diminui gradativamente, de leste para oeste, em função do efeito de continentalidade, o que faz da Fronteira Oeste a zona ideal para cultivo da espécie, principalmente porque a umidade relativa é baixa na fase de florescimento, situando-se entre 60-80%, conforme as necessidades da espécie.

O estado possui mais de 10 milhões de hectares de terras com aptidão climática “recomendável” para o cultivo da oliveira, sendo possível ainda aproveitar quase 8 milhões de hectares com aptidão “tolerável”, via aprimoramento tecnológico (Tabela 4).

Tabela 4. Áreas relacionadas às classes do zoneamento agroclimático (não foram consideradas as grandes lagoas).

Classe	Área	
Recomendável	10.468.463	42,8
Tolerável	7.884.445	32,2
Não Recomendável	6.097.573	24,9
Total	24.450.480	99,9
Unidade	ha	%

Capítulo 3. Zoneamento edáfico da olivicultura

Carlos Alberto Flores

José Maria Filippini Alba

As características físicas, químicas e biológicas do solo representam, junto com as exigências climáticas para as variedades, os principais requerimentos para o estabelecimento de qualquer tipo de cultivo, inclusive, no caso de oliveiras. Assim, devem-se levar em conta as classes de solos que ocorrem na área pretendida para o investimento, por exemplo: Argissolo, Cambissolo, Latossolo, Neossolo, etc. (Figura 4); a sequência de horizontes característica de cada classe de solo; a textura (argilosa, siltosa, arenosa); o tipo de argila predominante (caulinita 1:1, esmectita, vermiculita 2:1); a profundidade efetiva; a estrutura; a consistência; a drenagem; o relevo e a exposição das vertentes, que se relacionam com características climáticas como radiação, insolação e temperatura.

As quatro classes de solos mencionadas acima pertencem à primeira ordem do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS, 2006). Os Argissolos são solos consistentes, espessos, com aumento do teor de argila em profundidade e sequência de horizontes A-Bt-C, que caracteriza o horizonte A com alto teor e matéria orgânica, o horizonte B textural (Bt) e horizonte C de composição mineral, contendo fragmentos e restos de meteorização da rocha mãe. No caso dos Cambissolos a sequência A-Bi-C inclui o horizonte B incipiente (Bi), pois todos os horizontes apresentam vestígios do material de origem. Já os Latossolos são solos profundos, bem drenados, homogêneos, altamente intemperizados e lixiviados, com teor de argila médio ou alto. A sequência de horizontes A-Bw-C é caracterizada pelo horizonte B latossólico (Bw). Os Neossolos são pouco espessos com ausência do horizonte B diagnóstico e sequência A-C-R (Regolítico) ou A-R (Litólico) onde o horizonte R simboliza a rocha mãe.

As principais características físicas do solo que afetam o crescimento radicular da oliveira são: profundidade efetiva, aeração, teor e tipo de argila; afetando significativamente o desenvolvimento e a produtividade da oliveira, principalmente, quando se busca produção de qualidade diferenciada com tipificação reconhecida do produto final, além da sustentabilidade do sistema de produção. Por outro lado, as características químicas como capacidade de troca catiônica (CTC), pH, teor de matéria orgânica, saturação por alumínio ao longo do perfil, salinidade além do excesso de sódio e a possibilidade de toxidez por boro e cloretos, devem ser levados em conta quando da seleção de áreas para o cultivo de oliveiras.



Figura 4. Ilustração de alguns perfis de solos. (A) Latossolo vermelho; (B) Argissolo abrupático; (C) Neossolorególítico; (D) Cambissolo Háplico. Fotos: Carlos A. Flores.

No zoneamento edáfico da oliveira foram consideradas as seguintes variáveis: drenagem; profundidade efetiva; espessura do horizonte A; carbono orgânico; argila total no horizonte B; fertilidade do horizonte B; relevo e pedregosidade/rochiosidade. Neste capítulo são discutidas, inicialmente, as mencionadas variáveis, é exposta a metodologia utilizada para elaborar o zoneamento edáfico da oliveira e, finalmente, apresenta-se o resultado por meio de um mapa de aptidão para o cultivo da oliveira no Estado do Rio Grande do Sul, conforme quatro classes.

Drenagem

A aeração inadequada, relacionada ao excesso de água no solo, é o principal problema relacionando à drenagem com o desenvolvimento de planta e a produção vegetal, pois aumenta a resistência da difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa. O oxigênio necessário na respiração é rapidamente consumido pelos microrganismos e plantas, inibindo o crescimento do sistema radicular. Isto acarreta diminuição da absorção de água, podendo, em casos extremos, ocorrer o murchamento de plantas (WILLEY, 1970), em vista do aumento da resistência das raízes para extrair água do solo (KRAMER, 1969) e do aumento da resistência dos estômatos para transpirar água (SOJKA; STOLZY, 1980), o que por sua vez, acarreta a diminuição da fotossíntese. Quando a falta de oxigênio é acentuada, podem acumular-se compostos tais como o etanol, etileno e metano, os quais são tóxicos quando presentes em teores elevados. O ferro e o manganês, uma vez reduzidos para as formas bivalentes, apresentam também toxicidade para as plantas. Esse somatório de fenômenos limita bastante o uso de solos com horizonte glei (Gleissolos) e/ou caracteres tais como: gleico, plíntico, abrupático, lítico, litoplíntico, sendo tanto mais limitante quanto mais superficial ocorrerem.

Por outro lado, é necessário assinalar que as cores acinzentadas, típicas de ambiente redutor, em certas condições, ainda que o solo esteja saturado por longos períodos do ano, não se manifestam. Isto está relacionado a certas condições da paisagem em que há constante flutuação do lençol

de água, permitindo contínuo fornecimento de oxigênio (O₂) e, conseqüentemente, impedindo os fenômenos de oxirredução.

A saturação de água no perfil do solo é altamente prejudicial à oliveira, uma vez que esta espécie é sensível à asfixia radicular, mesmo que seja por pequenos períodos. A saturação ocorre em solos com teor de argila (2:1) acima de 60%, textura siltosa ou quando existem camadas de impedimento (impermeáveis) no perfil do solo. Também em determinadas posições da paisagem (áreas abaciadas, por exemplo). Neste caso, a recomendação é buscar novas áreas (solos) para plantio, que não apresentem estas limitações naturais.

As classes de drenagem referem-se à quantidade e rapidez com que a água recebida pelo solo escoar, afetando as condições hídricas do solo, isto é, duração do período em que permanece úmido ou encharcado (Tabela 5).

Tabela 5. Classes de drenagem para levantamentos de solos relacionados ao zoneamento de culturas. Fonte: SANTOS (2006).

Classe de drenagem	Descrição
Excessivamente a fortemente drenado	A água é removida do solo rapidamente. Solos muito porosos, de textura média a arenosa e muito permeáveis.
Acentuadamente drenado	A água é removida rapidamente do solo. Solos de textura média ou argilosa, porém com atividade baixas (Tb), muito porosos e muito permeáveis.
Bem drenado	A água é removida com facilidade do solo, porém não rapidamente. Os solos geralmente apresentam textura argilosa ou média, sem mosqueados ou, se presentes, localizam-se a mais de 150 cm de profundidade e também a mais de 30 cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B.
Moderadamente drenado	A água é removida lentamente do solo, de modo que o perfil permanece molhado durante pouca, porém significativa parte do tempo. Os solos geralmente apresentam camada de permeabilidade lenta no solum ou imediatamente abaixo dele. O lençol freático acha-se imediatamente abaixo do solum ou afetando a parte inferior do horizonte B por adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. Algum mosqueado de redução na parte inferior do horizonte B ou no topo dele associado à diferença textural acentuada entre o horizonte A ou E e o horizonte B.
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 solum, lençol freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições e algum mosqueado de redução no perfil, notando-se na parte baixa indícios de gleização.
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.

Apesar de que a morfologia dos solos pode, em geral, ser usada para inferir sobre as condições de pedogênese ou classes de drenagem, uma correlação consistente entre as feições morfológicas, grau e duração de umedecimento do solo não pode ser generalizada. Tais inferências são válidas quando feitas localmente, usando dados suplementares como observações sobre o conteúdo de água no solo e suas flutuações sazonais aliadas à avaliação da quantidade, intensidade e distribuição da precipitação pluviométrica, escoamento superficial e determinações de evapotranspiração.

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 e nutrientes, além da aeração das mesmas. Nem sempre a profundidade efetiva se limita à profundidade do solum (A + B), podendo ultrapassá-lo, principalmente quando o material de origem dos solos é mais facilmente intemperizável e/ou muito fraturado (basalto, arenito, etc).

Os fatores que determinam a livre penetração das raízes no solo podem ser de ordem física ou química. Entre os físicos temos o contato lítico, o horizonte litoplântico e o duripã. Também o fragipã, a compactação de horizontes subsuperficiais, a presença de horizontes adensados ou de cascalheiras espessas podem restringir o desenvolvimento das raízes. Tanto o fragipã como os horizontes compactados ou adensados têm sua penetrabilidade ao sistema radicular associado à condição de umedecimento do perfil. Entre as barreiras químicas, a presença do alumínio (Al^{+3}), manganês (Mn^{+2}) e deficiências nutricionais, especialmente fósforo (P) e cálcio (Ca^{+2}) são muito citadas na bibliografia.

A Embrapa (SISTEMA..., 1999) assinala, além do contato lítico, a presença de lençol freático permanente entre os critérios definidores de classes de profundidade do solo a qual, a rigor, não constitui impedimento físico ou químico, mas sim fisiológico.

Quanto à profundidade efetiva, os Neossolos Litólicos (Figura 5) juntamente com os solos com caráter lítico apresentam sérias limitações para as plantas, especialmente as permanentes, devido ao pequeno volume do solo que ocorre por unidade de área.

Em relevo íngreme as limitações das plantas são potencializadas, pois o sistema radicular não consegue penetração profunda, tombando com facilidade pela falta de ancoragem. Mesmo em regiões relativamente úmidas, essa limitação pode se manifestar com relativa intensidade, porém sendo mais restritivo nas regiões secas. Muitos desses solos são classificados como eutróficos, mas a reserva de nutrientes por unidade de volume é baixa, além de serem susceptíveis à erosão. Os solos que apresentam o caráter léptico associado ao contato lítico apresentam as mesmas limitações, embora com menor intensidade. As classes de profundidade efetiva utilizadas são apresentadas na Tabela 6.



Figura 5. Exemplo de perfil de Neossolo Litólico. Foto: Carlos Alberto Flores.

Tabela 6. Classes de profundidade efetiva.

Classe	Profundidade (cm)
Muito profundo	> 200
Profundo	$100 \leq 200$
Pouco profundo	$> 50 \leq 100$
Raso	≤ 50

Fonte: SANTOS (2006).

Considerando-se que o hábito de crescimento das raízes da oliveira é superficial, solos com profundidade efetiva entre 0,50 e 1,20 metros, são recomendados para o cultivo (Figura 6), desde que não apresentem nenhuma outra limitação (lençol freático elevado, teores de alumínio, etc.).



Figura 6. Perfil de solo da classe Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico típico. Foto: Carlos Alberto Flores.

Espessura do horizonte A

A oliveira desenvolve-se melhor em solos de textura média (franco, franco-arenoso e franco-argiloso) e espessura do horizonte A acima de 50 cm. Estes solos permitem adequada permeabilidade para o crescimento das raízes e possuem elevada capacidade de retenção de umidade.

Levando em conta 51 perfis de solos do projeto RADAM, distribuídos no estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 1986) a média de espessura do horizonte A é de 47,3 cm, com desvio padrão de 39 cm e amplitude variando entre 13 cm e 270 cm; 36% dos perfis possuem menos de 30 cm de espessura do horizonte A e aproximadamente 65% possuem espessura inferior aos 50 cm. Isso sugere que algumas classes de solos poderão apresentar aptidão adequada à cultura da oliveira em conformidade com este item.

Carbono orgânico

O Carbono Orgânico (Corg) possui relação diretamente proporcional com a Matéria Orgânica (MO) do solo:

$$MO = 1,72 \text{ Corg}$$

A MO tem estreita relação com a estabilidade dos agregados estruturais do solo, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade biológica, capacidade de troca de cátions e disponibilidade de nutrientes das plantas. Considerando-se 253 amostras de solos, em diversos horizontes, levantadas no Rio Grande do Sul (IBGE, 1986), obteve-se valor médio de Corg no solo de 12,4 g.kg⁻¹, com amplitude variando entre 0,3 g.kg⁻¹ e 28,4 g.kg⁻¹, sendo que em mais da metade das amostras observou-se teor de Corg inferior ou igual a 7 g.kg⁻¹. O intervalo de variação ideal para o teor de Corg no solo para a oliveira é de 20 g.kg⁻¹ a 35 g.kg⁻¹, que será atingido por um

número pouco expressivo de unidades de solo, segundo a fonte consultada.

Argila total no horizonte B

A mudança abrupta de textura é um dos atributos diagnósticos dos solos de maior relevância do ponto de vista agrônomo, pois indica a presença de horizontes com características físicas contrastantes, especialmente as relacionadas à dinâmica da água e enraizamento das plantas (Figura 4b).

Em geral os solos com este atributo, na maioria dos casos, apresentam horizonte A de textura arenosa ou franco-arenosa e elevada condutividade hidráulica em decorrência da grande quantidade de macroporos. O contrário ocorre no horizonte B, onde há predominância de microporos sobre os macroporos e, em geral, redução da porosidade total, determinando condutividade hidráulica menor do que a do horizonte A. A drástica redução da condutividade hidráulica saturada, que ocorre no topo do horizonte B, determina e caracteriza estes solos. A textura mais arenosa do horizonte A determina rápida infiltração e percolação da água da chuva até que o horizonte B seja atingido, quando a velocidade do fluxo descendente da água é drasticamente reduzida. A redução da infiltração provoca acúmulo de água na superfície do solo, favorecendo a formação de enxurradas. Em consequência temos dois processos: a perda de coesão entre as partículas do solo e o fluxo lateral entre a base do horizonte superficial e o topo do horizonte B, proporcionando um ambiente de maior redutibilidade. Dependendo da profundidade em que este fenômeno ocorre – excesso de umidade – isto poderá ter efeitos nocivos ao desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA, 2005).

O teor de argila no horizonte B está relacionado à textura, uma das mais importantes características físicas do solo, que se relaciona diretamente com a infiltração e capacidade de retenção de água, permeabilidade do solo, capacidade de retenção e troca de cátions, arabilidade do solo e suscetibilidade à erosão. Considerando os relatos de SANTOS (2006), com leves modificações, a textura pode ser classificada como: arenosa, média argilosa (1:1), argilosa (2:1), muito argilosa (1:1), siltosa e orgânica (constituição predominantemente orgânica).

Foram consultados os dados de 49 perfis de solo no Rio Grande do Sul (IBGE, 1986), sete deles representativos de neossolos não apresentaram horizonte B. A média de argila, ou seja, a fração granulométrica inferior a dois micrometros sem identificação mineralógica foi de 430 g.kg⁻¹ com desvio padrão de 160 g.kg⁻¹ e amplitude variando no intervalo 122 g.kg⁻¹ a 767 g.kg⁻¹. Os quartis, ou seja, os limiares correspondentes a 25%, 50% e 75% da população foram a 317 g.kg⁻¹, 394 g.kg⁻¹ e 554 g.kg⁻¹ respectivamente, o que sugere conteúdo de argila no horizonte B adequado, do ponto de vista de aptidão para oliveira.

Fertilidade

A fertilidade natural do solo é uma variável bastante complexa, que está relacionada com fatores extrínsecos, às propriedades físicas, químicas e à existência de determinados elementos nutritivos, o que, na condição natural, depende fundamentalmente do material que deu origem a determinado solo. Para efetivar o zoneamento edáfico utilizou-se a saturação por bases (V%) como indicador de fertilidade.

Considerando:

$$S = (\text{Ca}^{+2}) + (\text{Mg}^{+2}) + (\text{K}^+) + (\text{Na}^+)$$

e que a capacidade de troca catiônica potencial é,

$$T = (\text{Ca}^{+2}) + (\text{Mg}^{+2}) + (\text{K}^+) + (\text{Na}^+) + (\text{H}^+) + (\text{Al}^{+3})$$

Onde os parênteses representam teor do elemento (cátion) interno, assim,

$$V\% = 100.S.T^{-1}$$

Os solos ácidos limitam o desenvolvimento das plantas pelo baixo valor de pH (que mantém vários nutrientes em formas indisponíveis para a absorção pelas plantas), pela toxidez causada com a presença de alumínio trocável (alta acidez trocável) e pela deficiência de nutrientes, especialmente fósforo e potássio (solos pobres nestes nutrientes). Nos solos do Estado do Rio Grande do Sul, o desenvolvimento das oliveiras não será limitado pela deficiência de ferro e manganês ou pelo excesso de cálcio, cloro e sódio. Segundo relatos encontrados na literatura, a oliveira cresce bem em solos variando de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 6,5 e 8,5).

Outro fator limitante, em alguns solos, é a presença de carbonato de cálcio livre. A elevada concentração desta substância poderá provocar, dependendo da variedade, toxicidade direta nas plantas ou sintomas de deficiência de ferro.

Relevo

A ação do relevo se reflete diretamente sobre o clima do solo e sobre a dinâmica da água. A ação sobre o clima do solo se dá diretamente, através da incidência diferenciada da radiação solar, segundo a inclinação, posição das vertentes, decréscimo da temperatura com o aumento da altitude e indiretamente, sobre os seres vivos, especialmente os tipos de vegetação natural (Figura 7), que são dependentes das condições climáticas locais.

Os movimentos da água ao longo da vertente são regulados pelo relevo, 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, naqueles 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, menor o fluxo interno e maior a quantidade de água que escoar na superfície (enxurrada) e a energia cinética produzida, potencializando o processo erosivo. Solos situados em relevo íngreme geralmente são, por isso, menos profundos e mais secos que outros situados em condição climática semelhante, porém em declive menos acentuado.

A concavidade ou convexidade da vertente modifica o poder erosivo das enxurradas e influencia a direção do



Figura 7. Exemplo de relevo suave ondulado (frente) e forte ondulado (fundo). Foto: Carlos A. Flores.

movimento da água no interior do solo. Em igualdade de condições climáticas e de cobertura vegetal, os solos nas posições côncavas, devido à convergência dos fluxos de água, são mais úmidos do que os das posições convexas.

Nas partes baixas de áreas com relevo mais suave, além da água de precipitação pluvial que incide sobre elas diretamente, há contribuição da água proveniente das partes mais altas, como da que se movimenta lateralmente e internamente. Na avaliação da maior ou menor facilidade de infiltração da água no solo de uma vertente é necessário levar em conta, forma da vertente, seu comprimento, a rugosidade e a cobertura vegetal do terreno, além dos fatores intrínsecos do solo (Figura 8).



Figura 8. Voçoroca em Neossolo Quartzarênico. Foto: Carlos Alberto Flores.

Embora seja possível observar, pelas cartas de solos, o relevo das unidades taxonômicas, optou-se por utilizar um modelo de elevação do terreno, para avaliar a declividade, como forma, inclusive, de melhorar a qualidade das informações pedológicas, ao excluir das unidades de mapeamento dos mapas pedológicos, as associações relacionadas ao relevo, em face de escala estratégica dos mapas utilizados.

Assim, os mapas de declividade foram gerados a partir da junção de DEMs em mosaicos de 5 x 5 graus da versão SRTM-3. As imagens foram importadas para um programa específico, onde foram elaborados mapas de declividade em percentagem, sendo gerado um mapa contendo três classes de declividade abaixo de 13%: 0 – 3%, 3 – 8% e 8 – 13%. A partir dessa base foram gerados mapas para o Rio Grande do Sul. Optou-se pela declividade de 13%, limite para relevo moderadamente ondulado, nas fases de relevo correspondentes a levantamentos mais detalhados de solos.

BUOL et al. (1973) relacionam à influência do relevo os seguintes atributos do solo: 1) profundidade das camadas de solo; 2) espessura e conteúdo de matéria orgânica do horizonte superficial; 3) umidade relativa do perfil; 4) cor do perfil; 5) grau de diferenciação dos horizontes; 6) reação do solo; 7) conteúdo de sais solúveis; 8) espécie e grau de desenvolvimento de horizontes adensados (“pan”); 9) temperatura; 10) caráter do material inicial. Na Tabela 7 são apresentadas as classes de relevo consideradas.

Tabela 7. Adaptação das classes de relevo segundo sua declividade (%).

Classe de relevo	Declividade %
Plano	0 – 3
Suave ondulado	3 – 8
Moderadamente ondulado	8 – 13
Ondulado	13 – 20
Forte ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Fonte: SANTOS (2006).

Pedregosidade e/ou rochosidade

Refere-se à proporção de calhaus, matacões e/ou exposição de rochas do embasamento, quer sejam afloramentos de rochas, lajes de rochas, camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de boulders com mais de 100 centímetros de diâmetro, presentes na superfície e/ou massa do solo (Figura 9), que interferem diretamente na utilização de implementos e máquinas agrícolas, que são discriminados em classes (Tabela 8).



Figura 9. Exemplos de pedregosidade (esquerda) e rochosidade (direita) abundantes. Fotos: Carlos A. Flores.

Tabela 8. Classes de pedregosidade ou rochosidade usadas na avaliação da aptidão edáfica do eucalipto, na região do Corede Sul, RS.

Classes	Pedras ou rochas (g/Kg)	Tipo de restrição
Ausente	0 a 1	Sem restrições
Pouca	1 a 30	Ligeira a moderada
Moderada	30 a 150	Forte
Abundante	Maior que 150	Muito forte

Fonte: Flores; Filippini-Alba; Wrege (2009).

Metodologia aplicada no zoneamento edáfico

O zoneamento edáfico da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul foi desenvolvido em ambiente SIG (ENVIRONMENTAL..., 1999) por sobreposição e processamento das camadas de informação descritas na Tabela 9. Esse ambiente considera informações georreferenciadas, permitindo integrar dados temáticos diversos em escalas diferentes, sendo o resultado obtido na menor escala disponível, 1:250.000 no caso.

Tabela 9. Descrição das camadas de informação utilizadas para elaboração do zoneamento edáfico para a cultura da oliveira no Estado do Rio Grande do Sul.

Camada	Estrutura	Escala	Fonte
Sistema urbano	Poligonal	1:50.000	Hasenack; Weber (2010)
Rede viária	Linear	1:50.000	
Hidrografia	Linear	1:50.000	IBGE (1986)*
Unidades de solos	Poligonal	1:250.000	
Requerimentos edáficos da oliveira	Tabular	Não se aplica	Kramer (1969), Willey (1970), Oliveira (2005)...
Dados pedológicos	Tabular	1:250.000	IBGE (1986)
Limites municipais	Linear	1:250.000	IBGE (2010)
Modelo digital de elevação	Imagem	1:200.000	Weber et al. (2005)

*Digitalizado pela UFRGS (Probio).

As camadas de informação com estrutura linear foram sobrepostas ao sistema urbano e às unidades de solos, sendo analisado o modelo digital de elevação como forma de validação. Sistematizaram-se os requerimentos edáficos da oliveira, sendo cada uma das variáveis classificada em quatro categorias (Tabela 10).

A tabela de dados pedológicos foi sistematizada de maneira a classificar cada unidade segundo a aptidão edáfica, considerando-se a variável com condição mais restritiva tal qual mencionado oportunamente. Na etapa seguinte, o mapa das unidades de solos foi classificado, considerando a tabela sistematizada, de maneira a concretizar o zoneamento edáfico da oliveira.

Para se conhecer mais detalhadamente as condições locais do solo e ambientais, são necessários estudos adicionais, típicos das análises de viabilidade e projeto executivo para novos empreendimentos. Quanto aos solos sugere-se observação direta a cada 20 ha, através de um levantamento semidetalhado em escala 1:50.000 ou menor

Mapa da aptidão edáfica da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul

As classes de aptidão expressam o potencial de desenvolvimento da cultura em função das limitações que afetam as terras. Considerando a Tabela 10, foram definidas quatro classes de aptidão à cultura da oliveira.

Tabela 10. Quadro guia para avaliação da aptidão edáfica à cultura da oliveira (*Olea europaea* L.) no Estado do Rio Grande do Sul.

Variáveis edáficas	Classes de aptidão edáfica para a Oliveira (<i>Olea europaea</i> L.)			
	Preferencial	Recomendável	Pouco recomendável	Não recomendável
Drenagem	Fortemente, acentuadamente ou bem drenado	Moderadamente drenado	Imperfeitamente ou excessivamente drenado	Mal ou muito mal drenado
Profundidade efetiva(cm)	> 120	50 - 120	50 - 25	< 25
Espessura horizonte A(cm)	> 50	30 - 50	30 - 15	< 15
Carbono orgânico (g.kg ⁻¹)	20 - 35	< 20	35 - 50	> 50
Argila total, Horizonte B (g.kg ⁻¹)	150 – 350 (argila 1:1)	350 – 600 (argila 1:1)	< 150 e > 600 (argila 1:1), argilosa(2:1) ou siltosa	Orgânica ou arenosa
Fertilidade horizonte B V (%)	50 - 100	> 20 e < 50	< 20	Presença de sais
Relevo	0 - 13	13 - 45	45 - 75	> 75
(%) Pedregosidade/ Rochosidade	Ausente ou pouca	Pedregoso	Muito pedregoso	Muito pedregoso e rochoso

Preferencial: terras sem limitações significativas para a produção sustentada da cultura, observando as condições de manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios, expressivamente, e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Recomendável: terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada da cultura, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Leves desvantagens em relação à classe “preferencial”.

Pouco recomendável: terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada da cultura, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados restritamente.

Não recomendável: terras não adequadas à produção sustentada da oliveira, por existir pelo menos um parâmetro edáfico na classe “não recomendável”. Isto é, solos mal ou muito mal drenados, profundidade efetiva muito rasa, textura orgânica, relevo montanhoso ou escarpado, presença de sais ou pedregosidade/rochosidade abundante.

Deve ser observado que a classe de aptidão edáfica “preferencial” não existe no Rio Grande do Sul,

pois não são encontradas condições do solo semelhantes às do local de origem da oliveira (Figura 10). Ainda, na classe “recomendável” foram também incluídas regiões com essa aptidão para todos os critérios com a exceção da fertilidade (“pouco recomendável”), por se considerar um aspecto com potencial de correção via uso de tecnologias adequadas. Com essa exceção, a definição da aptidão edáfica sempre foi feita em função da classe da variável que apresentou condição inferior. Ou seja, caso todas as variáveis apresentassem condição “recomendável”, mas uma delas, por exemplo, “relevo” fosse “não recomendável” (declividade maior ou igual que 75%), a aptidão edáfica definiu-se, então, como “não recomendável”.

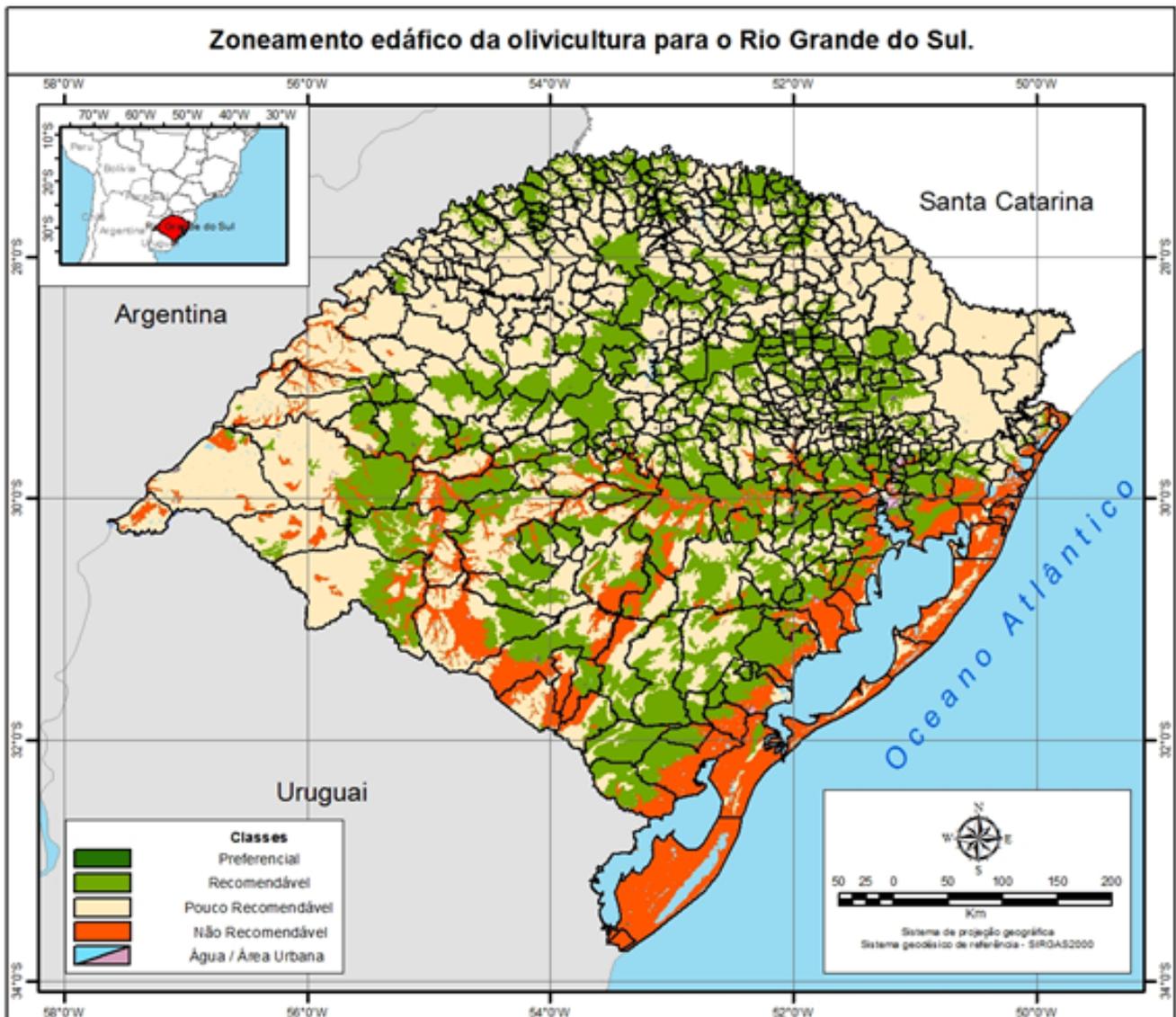


Figura 10. Zoneamento edáfico da olivicultura para o Rio Grande do Sul.

A aptidão é significativamente influenciada pelo relevo, por isso, a existência de semelhança entre o mapa final com o modelo digital de elevação do estado (WEBER et al., 2004). O estado dispõe de quase oito milhões de hectares de terras com aptidão edáfica adequada para o plantio da oliveira, representando mais de 30% do território gaúcho (Tabela 11). Quase metade dessas terras concentra-se na Metade Sul.

Tabela 11. Resumo da área ocupada por classe de aptidão edáfica à oliveira no Estado do Rio Grande do Sul.

Classe de aptidão edáfica	Área absoluta (ha)	Área relativa (%)
Recomendável	3.674.786,3	14,3
Recomendável com restrição por fertilidade	4.292.740,0	16,7
Pouco recomendável	12.291.788,7	47,9
Não recomendável	3.739.631,2	14,6
Água	1.608.499,4	6,3
Urbano	80.664,2	0,3
Total	25.688.109,7	100

Capítulo 4. Zoneamento edafoclimático da olivicultura

José Maria Filippini Alba
 Rodrigo Thiel Lopes
 Carlos Alberto Flores
 Marcos Silveira Wrege
 Enilton Coutinho
 Rogério Jorge

O zoneamento edafoclimático se obteve pela integração do zoneamento agroclimático (Capítulo 3) com o zoneamento edáfico (Capítulo 4), por meio da fusão dos respectivos modelos numéricos, considerando a operação de multiplicação entre os ponderadores. No entanto, o resultado segue o critério de “aptidão mínima”, oportunamente indicado, ou seja, não possui natureza matemática (Tabela 12). A utilização do ponderador com dígito decimal, para o zoneamento edafoclimático (AEDA), isto é $W = 6,5$, deve-se à necessidade de obter resultados numéricos diferenciados para cada classe definida pelo processo de sobreposição, que são posteriormente interpretados, sendo atribuídas as classes “não recomendável” (NR), “pouco recomendável” (PR), “recomendável” (R) e “preferencial” (P).

Tabela 12. Método de sobreposição do zoneamento agroclimático e o zoneamento edáfico da cultura da oliveira no Estado do Rio Grande do Sul, para possibilitar a geração do zoneamento edafoclimático.

AAC		AEDA			
		P	R	PR	NR
W		7	6,5	5	4
R	3	P	R	PR	NR
T	2	R	R	PR	NR
NR	1	NR	NR	NR	NR

AAC = Aptidão agroclimática; AEDA = Aptidão edáfica; NR = Não recomendável; P = Preferencial; R = Recomendável; T = Tolerável; W = ponderador.

Observa-se que as escalas de avaliação do zoneamento agroclimático e do zoneamento edáfico não são idênticas, em função das características intrínsecas de cada área temática, entretanto, isso não afeta o resultado final do trabalho. A classe “preferencial” não existe no Rio Grande do Sul devido às diferentes condições edafoclimáticas em comparação à região de origem (Mar Mediterrâneo).

O zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul é apresentado na Figura 11. A classe “recomendável” (7.413.509,5 ha) se distribui pelo estado conforme domínios homogêneos intercalados com zonas da classe “pouco recomendável” (11.181.927,7 ha), que abrange grandes áreas na Fronteira Oeste e Norte do estado.



Figura 11. Zoneamento edafoclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul.

A restrição por clima relaciona-se com áreas altas na região Nordeste pela influência das geadas e ventos e com áreas baixas nas proximidades dos principais corpos de água doce devido à abundante umidade relativa (3.962.120,2 ha). Para as áreas baixas, o solo é incorporado em função de problemas de drenagem (2.636.252,4 ha). Outra limitação do solo que ocorre isoladamente na Zona Sul - RS, está vinculada à pedregosidade ou rochiosidade em abundância, que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular da oliveira (1.439.257,1 ha).

O estado se divide em 29 folhas em escala 1:250.000, conforme a nomenclatura do IBGE (Figura 12). Assim, para conseguir maior detalhamento na apresentação do zoneamento edafoclimático, foram efetuados os recortes de cada folha, que se apresentam em formato A4 (297 mm x 210 mm) a seguir, sendo os dados de área absoluta e relativa apresentados nas Tabelas 13 e 14, respectivamente.

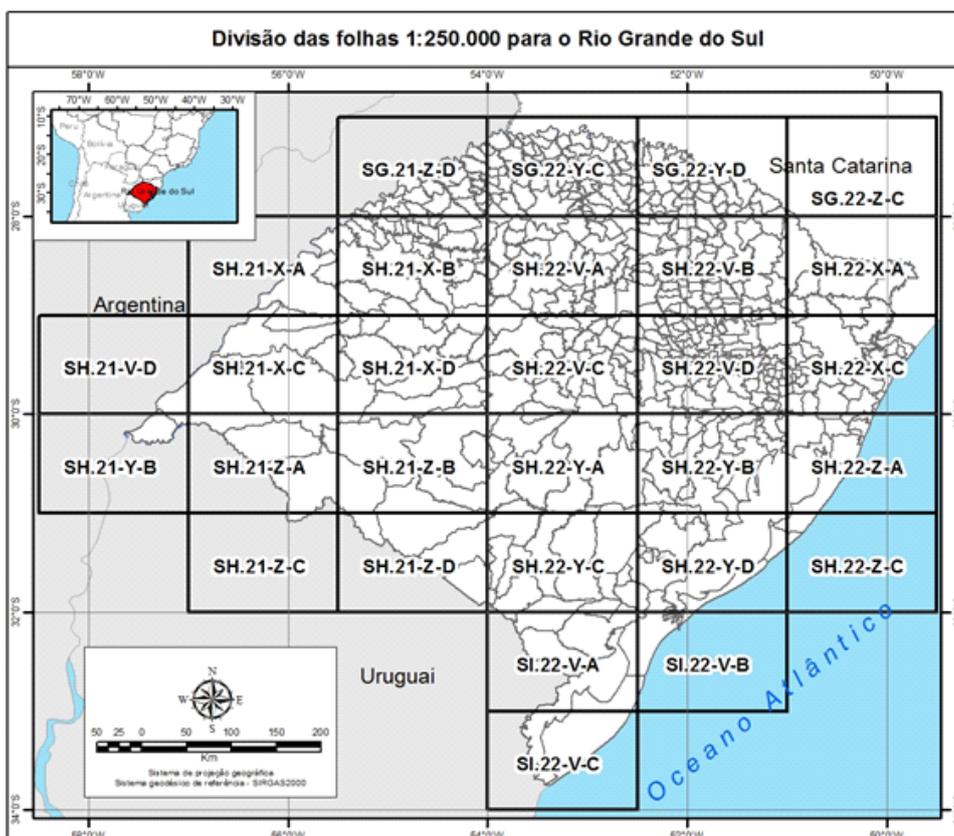


Figura 12. Folhas 1:250.000 que compõem o Estado do Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE (2010).

Tabela 13. Dados de área absoluta (ha) para as classes de aptidão do zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira no Estado do Rio Grande do Sul.

Folha	MI	P	R	PR	NRC	NRS	NRCS	A/U	TAF
Alegrete	SH.21-XC	0	144876	879965	224497	69869	59465	27614	1406286
Bagé	SH.21-ZD	0	196891	238498			289442	4242	729074
Cachoeira do Sul	SH.22-YA	0	485464	603748	175696	182368	142919	5795	1595990
Caxias do Sul	SH.22-YD	0	395266	584548	437293	4638	153597	35848	1611191
Chapecó	SG.22-YC	0	448798	867183	3021	176		24198	1343375
Cidreira	SH.22-ZA	0	18836		95016		319836	231661	665348
Cruz Alta	SH.22-VA	0	698488	903260				26494	1628241
Erechim - Lages	SG.22-YD /ZC	0	256910	423904	109287			6141	796242
Gravata í	SH.22-XC	0	75511	295701	550557	1957	158825	48699	1131252
Jaguarião	SI.22-VA	0	173533	28223	151158	1492	376545	308711	1039662
Passo Fundo	SH.22-VB	0	523708	795583	301093			6086	1626471
Pedro Osório	SH.22-YC	0	749159	484159	57257	224326	56707	2434	1574041
Pelotas/ Mostardas	SH.22-YD/ZC	0	162396	19358	200499	531	398521	551828	1333134
Porto Alegre	SH.22-YB	0	469165	243000	284661	7690	280993	309833	1595343
Rio Grande/SVP	SI.22-VB/VC	0			21200		473829	195370	690399
Santa Maria	SH.22-VC	0	636179	600516	228759	7394	129056	10958	1612862
Santa Rosa	SG.21-ZD		238172	364636		3826		14061	620696
Santiago	SH.21-XD	0	903762	539274	2343	156967	4444	6343	1613132
Santo Ângelo	SH.21-XB	0	90386	1518097		4565		5382	1618429
São Borja	SH.21-XA	0	820	299720	57961	39241	68175	11332	477248
Santana do Liv. /Cox. Negra	SH.21-ZA/ZC	0	83335	754676	9141	75861		1221	924235
Uruguaiana/B. Quaraí	SH.21-VD/YB	0		45599	101805	19572	16291	16766	200032
Vacaria	SH.22-XA	0	799	117851	679820			1511	799981
TAC		0	6752454	10607499	3691064	800473	2928645	1852528	26632663

Hectares, ha

MI = Indicador de posição 1DL; P = Preferencial; R = Recomendável; Pouco Recomendável; NRC/S/CS = Não recomendável por restrição de clima/solo/clima e solo; A/U= Água/Urbano; TAC = Total avaliado por classe; TAF = Total avaliado por folha(s).

Os mapas de cada folha 1:250.000 estão anexados em disco compacto, segundo arquivos PDF em formato A0 (841mm x 1.189 mm), com nível de informação detalhado (rede hidrográfica, nomes e limites dos municípios, rede viária, áreas urbanas, etc.), constituindo base de dados para a gestão da informação.

Tabela 14. Dados de área relativa (%) para as classes de aptidão do zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira para o Estado do Rio Grande do Sul.

Folha	MI	P	R	PR	NRC	NRS	NRCS	A/U
Alegrete	SH.21-XC	0	10,30	62,57	15,96	4,97	4,23	1,96
Bagé	SH.21-ZD	0	27,01	32,71	0,00	39,70	0,00	0,58
Cachoeira do Sul	SH.22-YA	0	30,42	37,83	11,01	11,43	8,95	0,36
Caxias do Sul	SH.22-VD	0	24,53	36,28	27,14	0,29	9,53	2,22
Chapecó	SG.22-YC	0	33,41	64,55	0,22	0,01	0,00	1,80
Cidreira	SH.22-ZA	0	2,83	0,00	14,28	0,00	48,07	34,82
Cruz Alta	SH.22-VA	0	42,90	55,47	0,00	0,00	0,00	1,63
Erechim - Lajes	SG.22-YD /ZC	0	32,27	53,24	13,73	0,00	0,00	0,77
Gravataí	SH.22-XC	0	6,68	26,14	48,67	0,17	14,04	4,30
Jaguarão	SI.22-VA	0	16,69	2,71	14,54	0,14	36,22	29,69
Passo Fundo	SH.22-VB	0	32,20	48,91	18,51	0,00	0,00	0,37
Pedro Osório	SH.22-YC	0	47,59	30,76	3,64	14,25	3,60	0,15
Pelotas/ Mostardas	SH.22-YD/ZC	0	12,18	1,45	15,04	0,04	29,89	41,39
Porto Alegre	SH.22-YB	0	29,41	15,23	17,84	0,48	17,61	19,42
Rio Grande/SVP	SI.22-VB/VC	0	0,00	0,00	3,07	0,00	68,63	28,30
Santa Maria	SH.22-VC	0	39,44	37,23	14,18	0,46	8,00	0,68
Santa Rosa	SG.21-ZD	0	38,37	58,75	0,00	0,62	0,00	2,27
Santiago	SH.21-XD	0	56,03	33,43	0,15	9,73	0,28	0,39
Santo Ângelo	SH.21-XB	0	5,58	93,80	0,00	0,28	0,00	0,33
São Borja	SH.21-XA	0	0,17	62,80	12,14	8,22	14,29	2,37
Santana do Liv. /Cox. Negra	SH.21-ZA/ZC	0	9,02	81,65	0,99	8,21	0,00	0,13
Uruguaiana/B. Quaraí	SH.21-VD/YB	0		22,80	50,89	9,78	8,14	8,38
Vacaria	SH.22-XA	0	0,10	14,73	84,98	0,00	0,00	0,19
%								

MI = Indicador de posição 1DL; P = Preferencial; R = Recomendável; PR = Pouco Recomendável; NRC/S/CS = Não recomendável por restrição de clima/solo/clima e solo; A/U= Água/Urbano.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SG.21-ZD

Esta folha inclui parte da fronteira da Argentina com o Brasil, assim, a maior parte do território está no estrangeiro, por isso foram avaliados somente 620.696 ha. A aptidão “recomendável” ocupa 238.172 ha e no caso da classe “pouco recomendável” abrange 364.636 ha, o que corresponde a mais de 97% do território da folha. A restrição por clima é nula e há 3.826 ha de terras com limitações edáficas (Figura 13).



Figura 13. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SG.21-ZD.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SG.22-YC

Apresenta parte do território na Argentina e parte no Estado de Santa Catarina. Possui 448.798 ha de terra com aptidão “recomendável” e 867.183 ha de terras com aptidão “pouco recomendável”. As restrições por clima e solo não ocorrem sobrepostas e ocupam áreas pequenas, de 3.021 ha e 176 ha respectivamente (Figura 14).

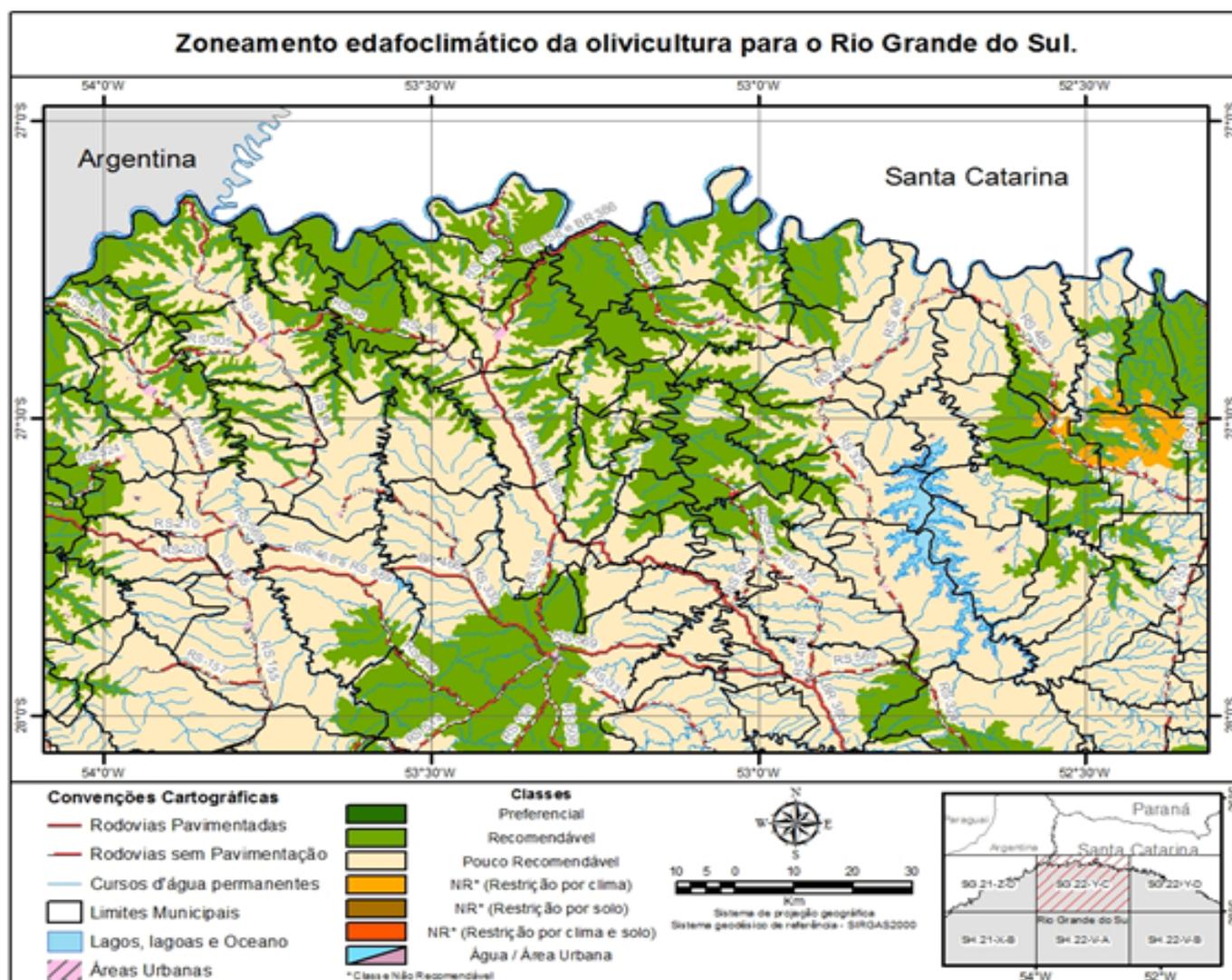


Figura 14. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SG.22-YC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SG.22 - YD e SG.22 – ZC

Foram integradas duas folhas, sendo que a porção de território no Estado de Santa Catarina não foi avaliada. Provavelmente, o aumento de altitude do setor sudeste provocou a restrição por clima (109.287 ha). As classes “recomendável” e “pouco recomendável” se apresentam com significativa ocupação, correspondendo a 256.910 ha e 423.904 ha, respectivamente (Figura 15).

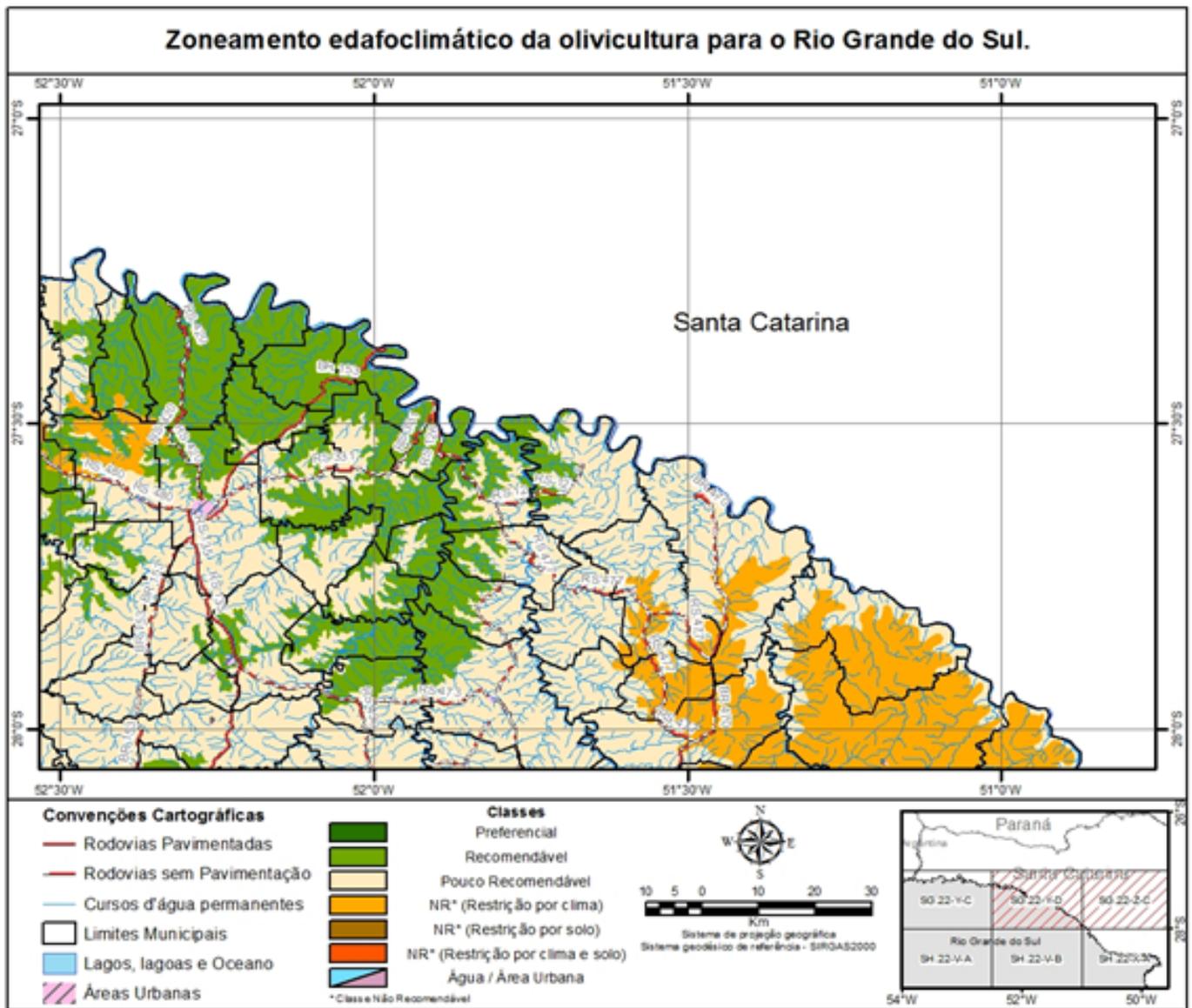


Figura 15. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SG.22-YD e SG.22-ZC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.21-VD e SH.21-YB

A maior parte do território envolvido nestas folhas encontra-se na Argentina e no Uruguai, sendo avaliadas pouco mais do que 200 mil ha em território brasileiro. O potencial para o cultivo da oliveira é baixo, com aptidão “pouco recomendável” (45.599 ha) na região central e restrição por clima e solo nas bordas (137.667 ha), devido à proximidade de cursos hídricos significativos (Figura 16).

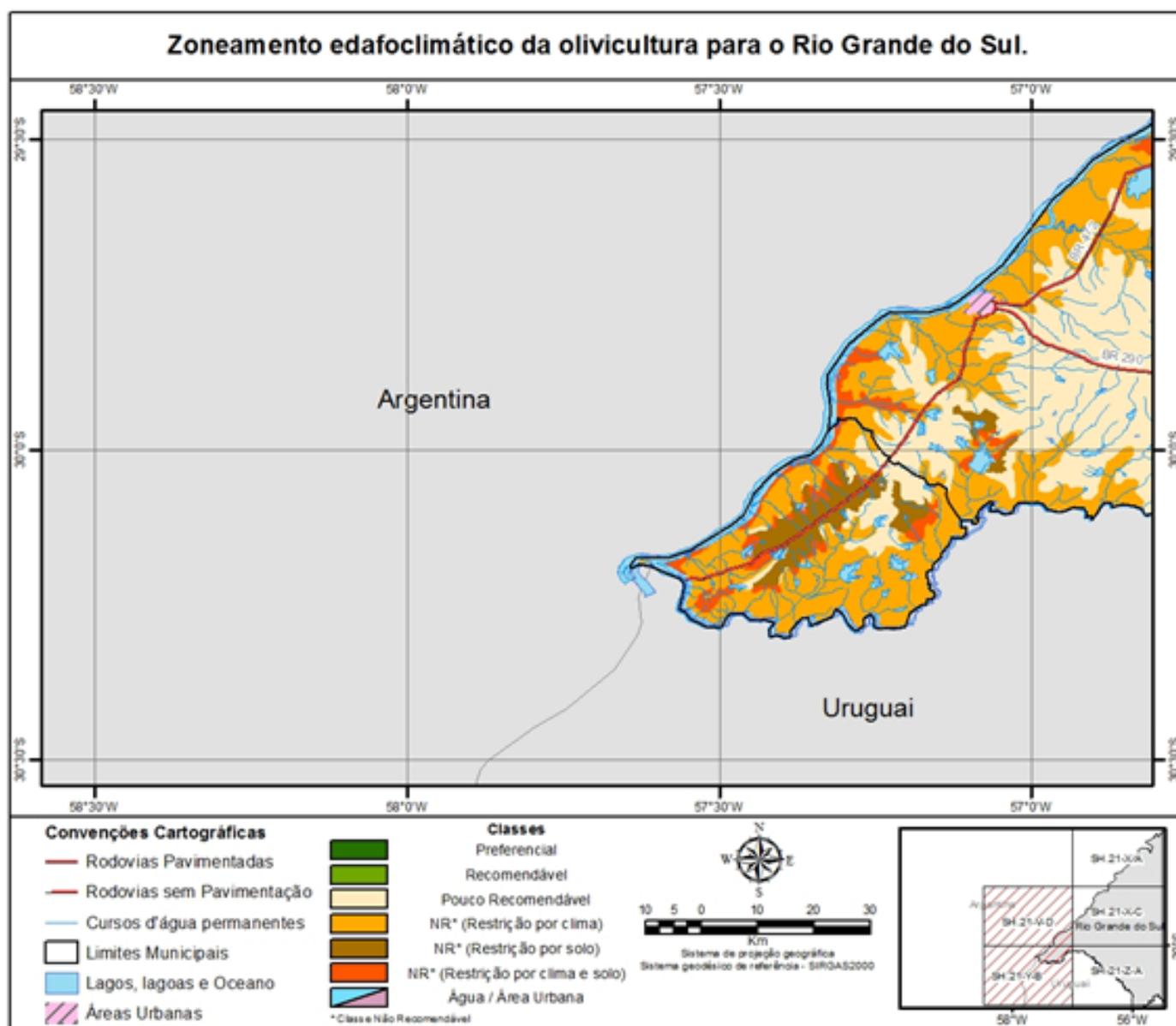


Figura 16. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.21-VD e SH.21-YB.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XA

Apresenta pouco potencial à cultura da oliveira, com escassa área “recomendável” (820 ha) e grande parte da folha em território argentino(Figura 17). A classe com aptidão “pouco recomendável” predomina com 299.720 ha. Há restrições por clima (57.961 ha), por solo (39.241 ha) e pela sobreposição de ambos (68.175 ha).

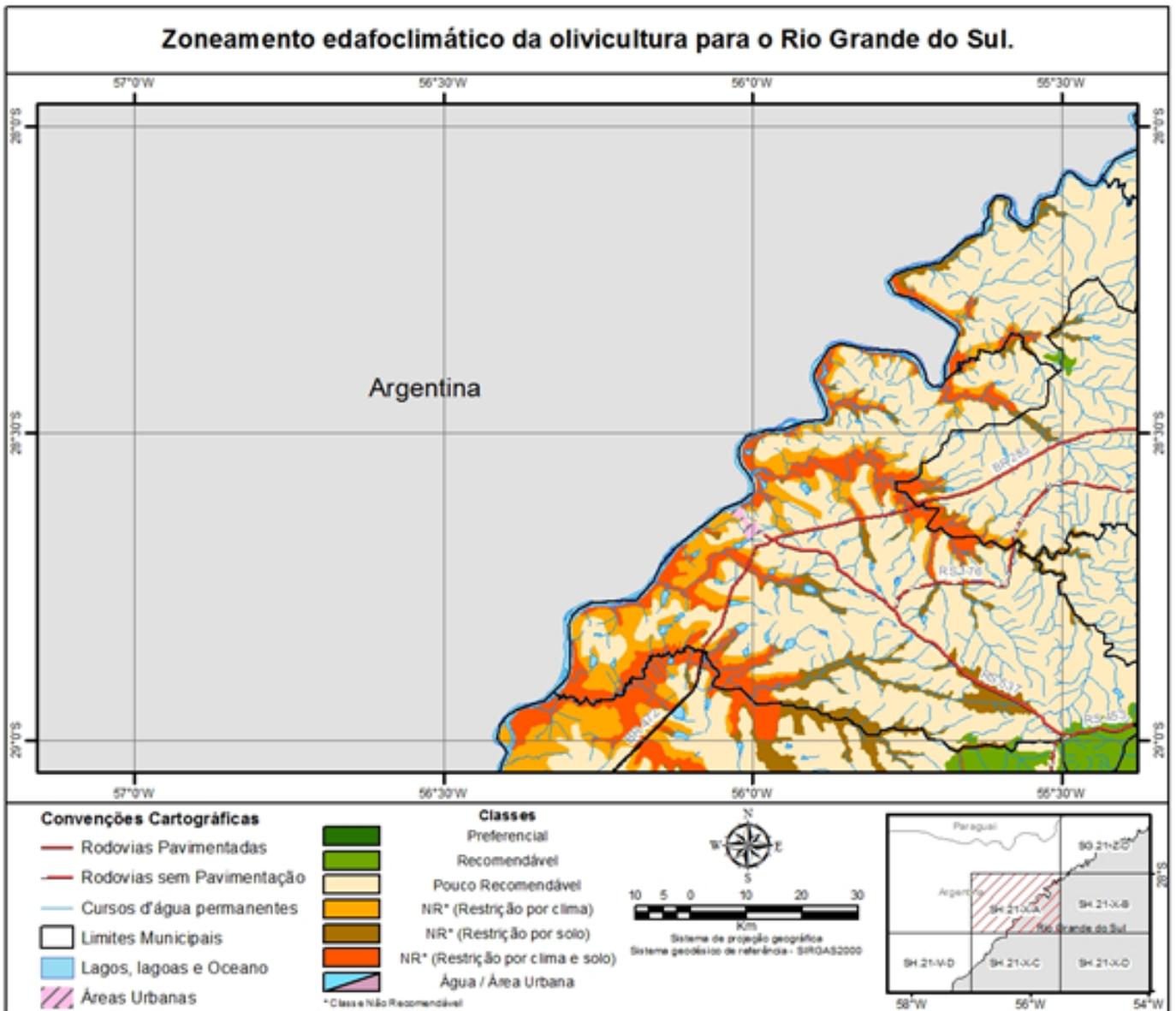


Figura 17. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XA.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XB

Nesta folha observa-se pouca área “recomendável” (90.386 ha), com a maior parte da classe de aptidão “pouco recomendável” (1.518.097 ha). Há uma pequena área com restrição por solo (4.565 ha), conforme se observa na Figura 18.

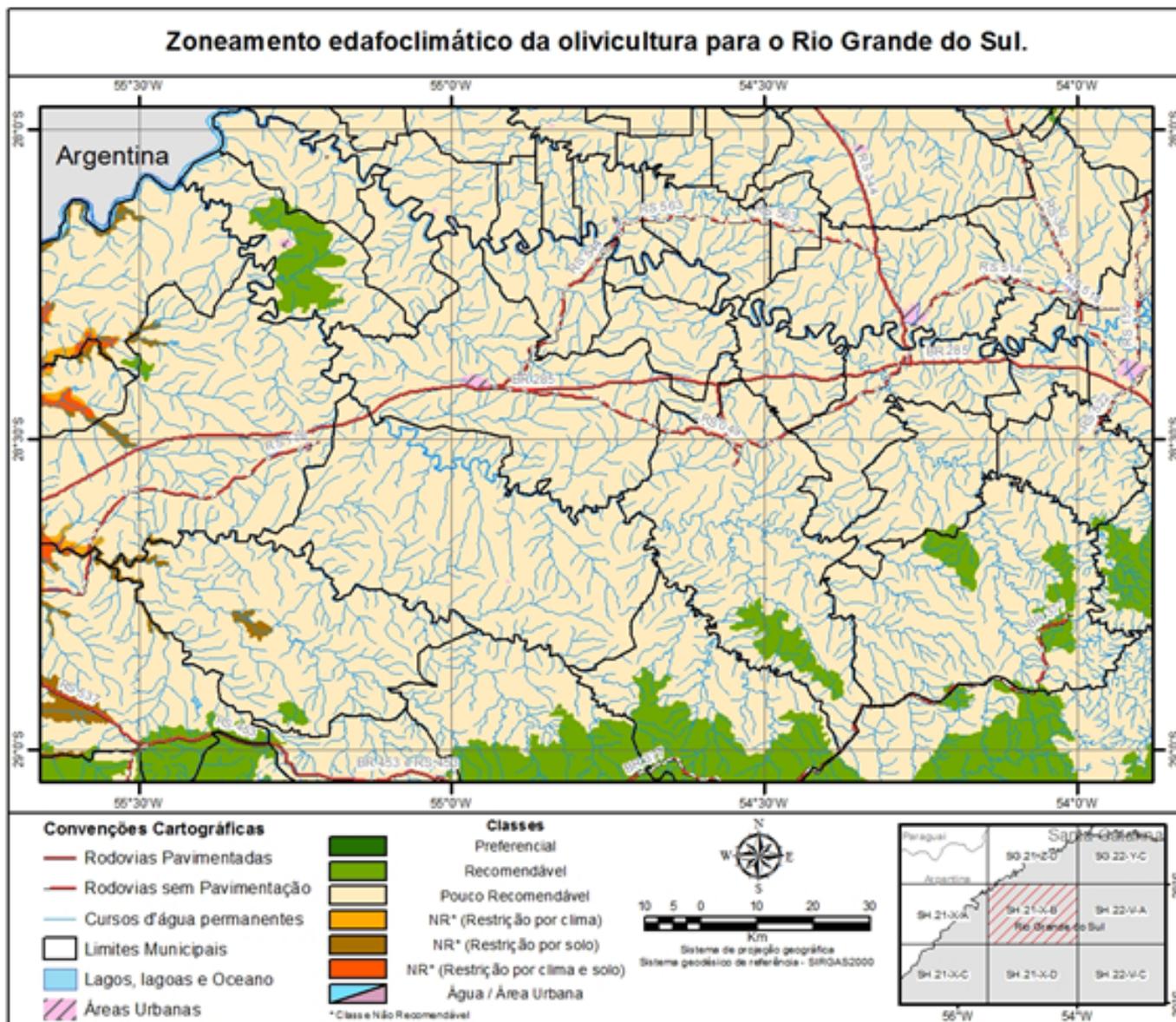


Figura 18. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XB.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XC

Parte da folha encontra-se em território Argentino. Aptidão “recomendável” no setor oriental (144.876 ha), com predomínio da classe “pouco recomendável” no geral (879.965 ha). Restrições por clima (224.497 ha), com sobreposição de restrição conjunta (59.465 ha) e somente pelo solo (69.869 ha), parecem associadas a áreas húmidas de baixa altitude nas proximidades dos principais rios (Figura 19).

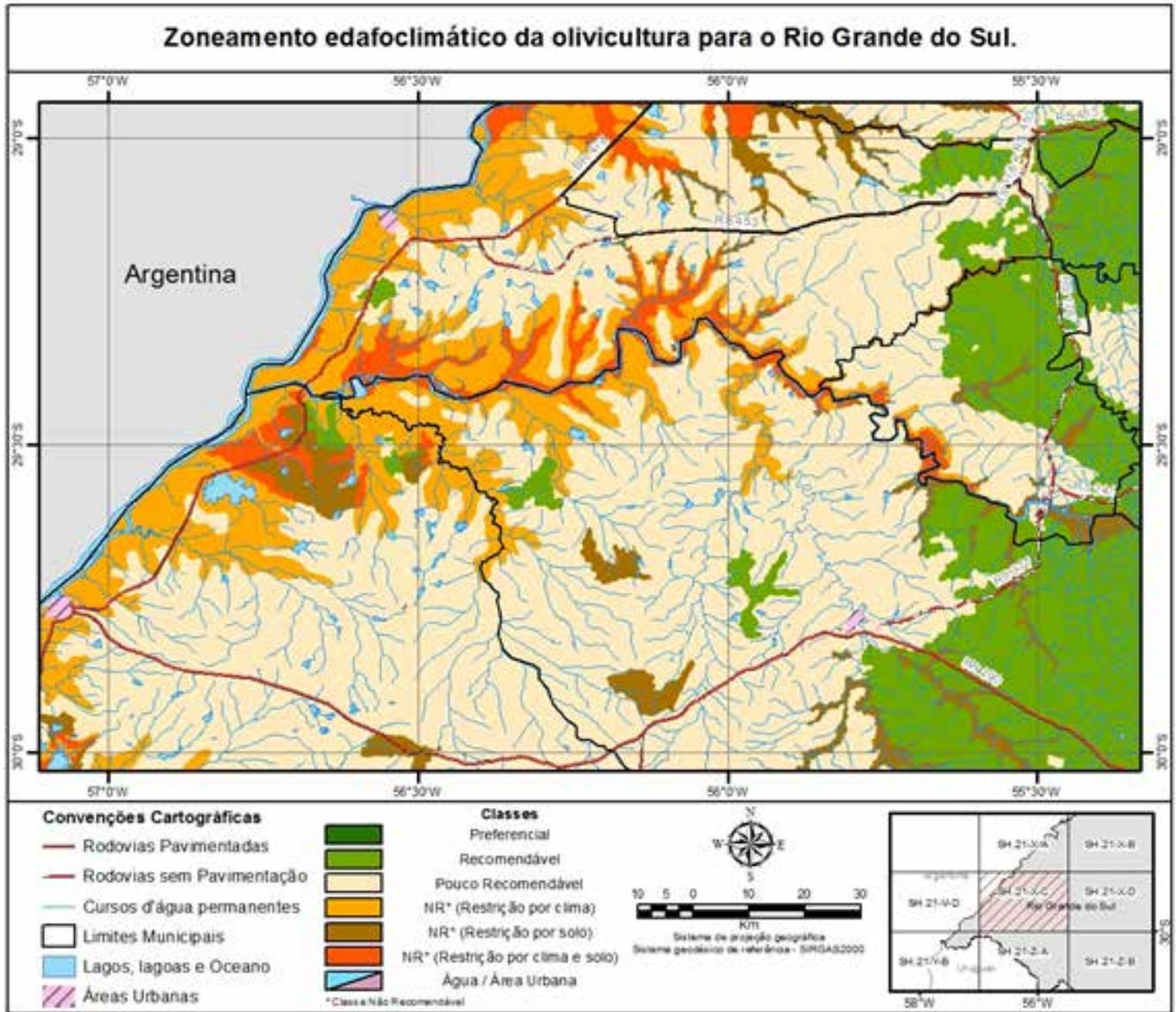


Figura 19. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XD

Nesta folha observa-se presença destacada da classe “recomendável” (903.762 ha) que se distribui por 56% do território (Figura 20). Ainda existem 539.274 ha de terra com aptidão “pouco recomendável” e significativa restrição principalmente por condição inadequada do solo (156.967 ha).

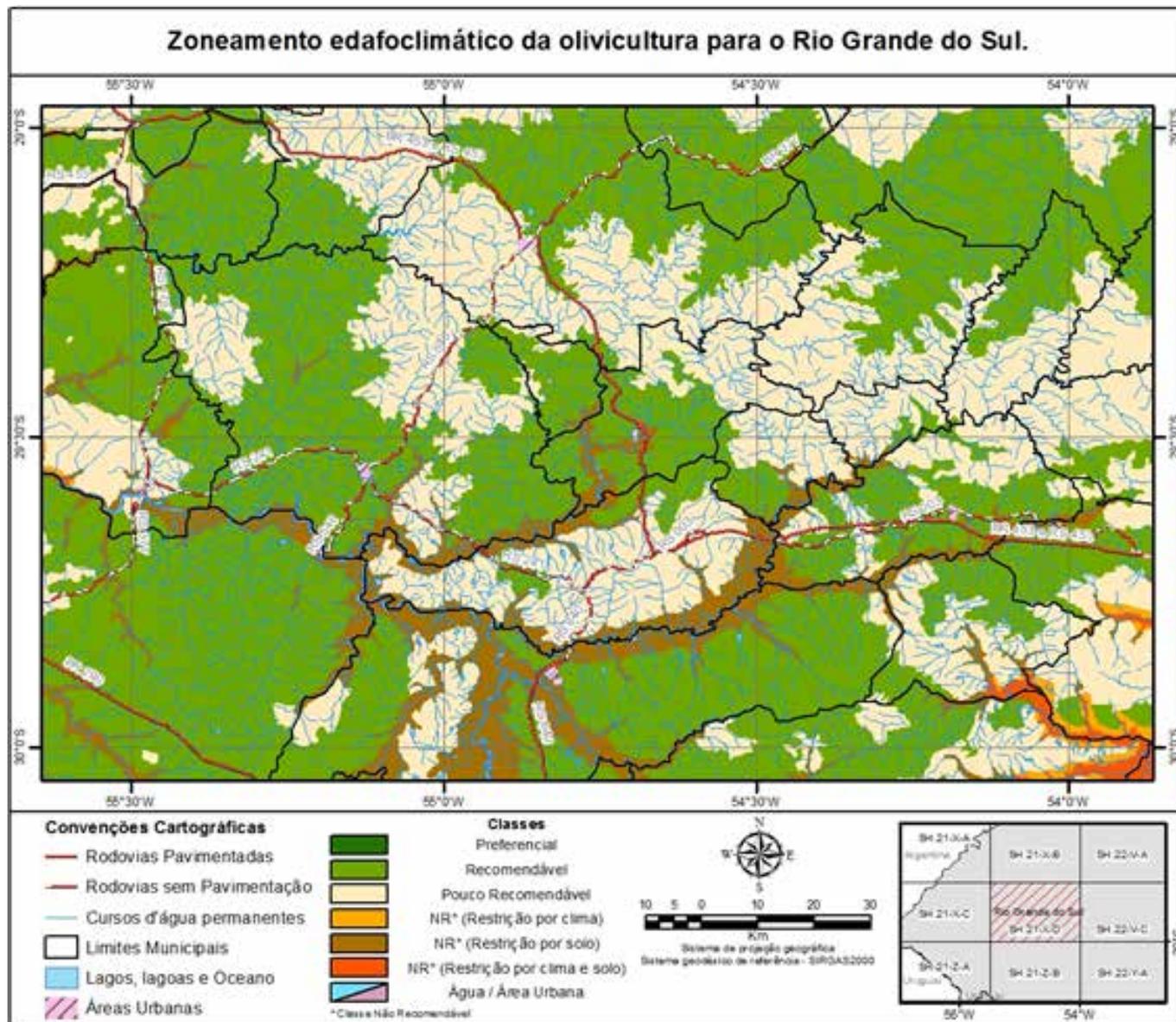


Figura 20. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-XD.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.21-ZA e SH.21-ZC

Integraram-se duas folhas na região da fronteira com Uruguai, como se visualiza na Figura 21 (canto inferior direito). Ocorre área “recomendável” significativa (83.335 ha), com predomínio da aptidão “pouco recomendável” (754.676 ha). Existe restrição por solo (75.861 ha) e algo menos expressiva por clima (9.141 ha).

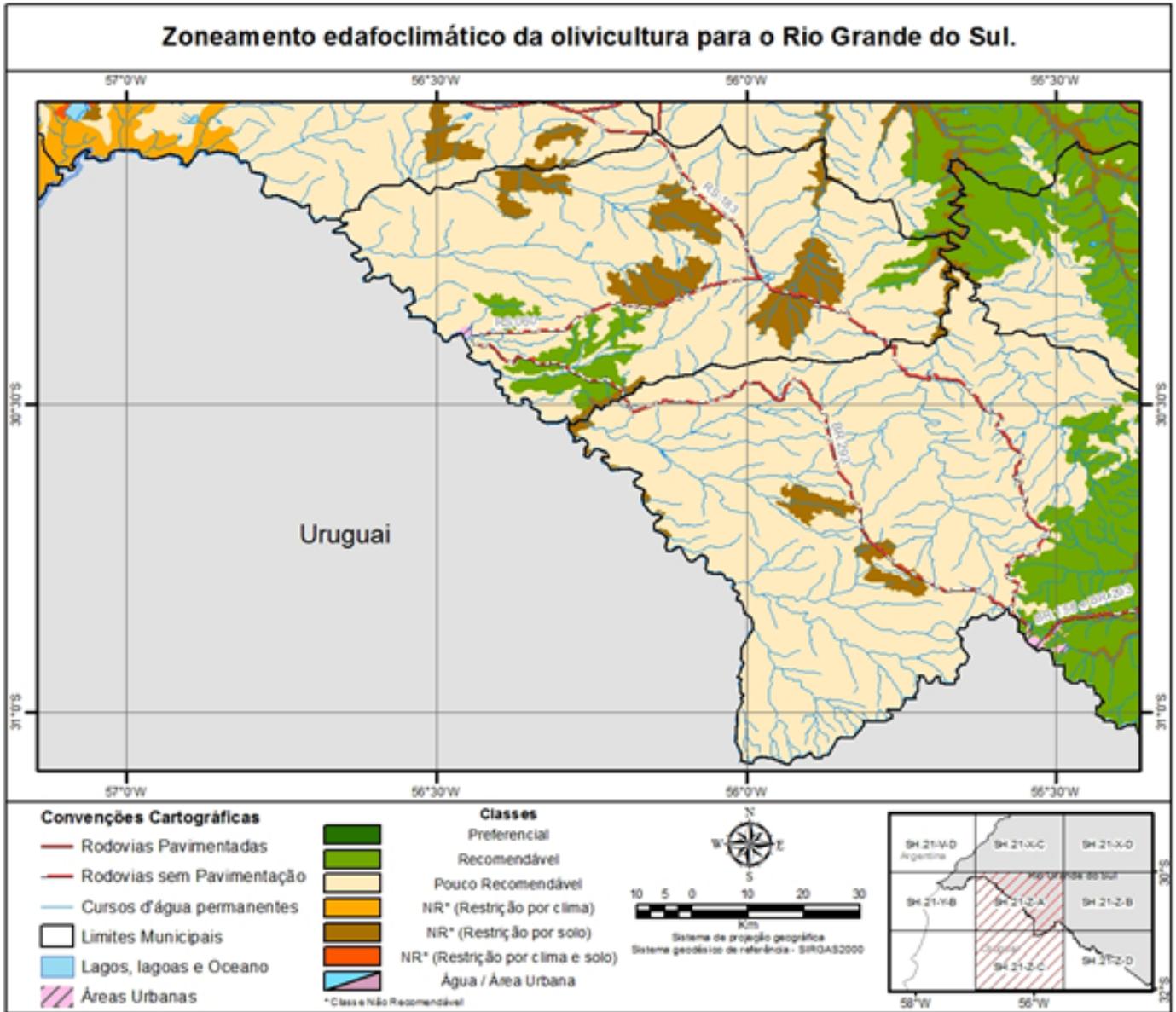


Figura 21. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.21-ZA e SH.21-ZC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-ZB

Nesta folha, observa-se importante ocorrência da classe de aptidão “recomendável” (660.003 ha), alternada com a classe de aptidão “pouco recomendável” (574.410 ha), conforme a Figura 22. A restrição é pouco expressiva, com total de 37.997 ha, onde predomina limitação edáfica.

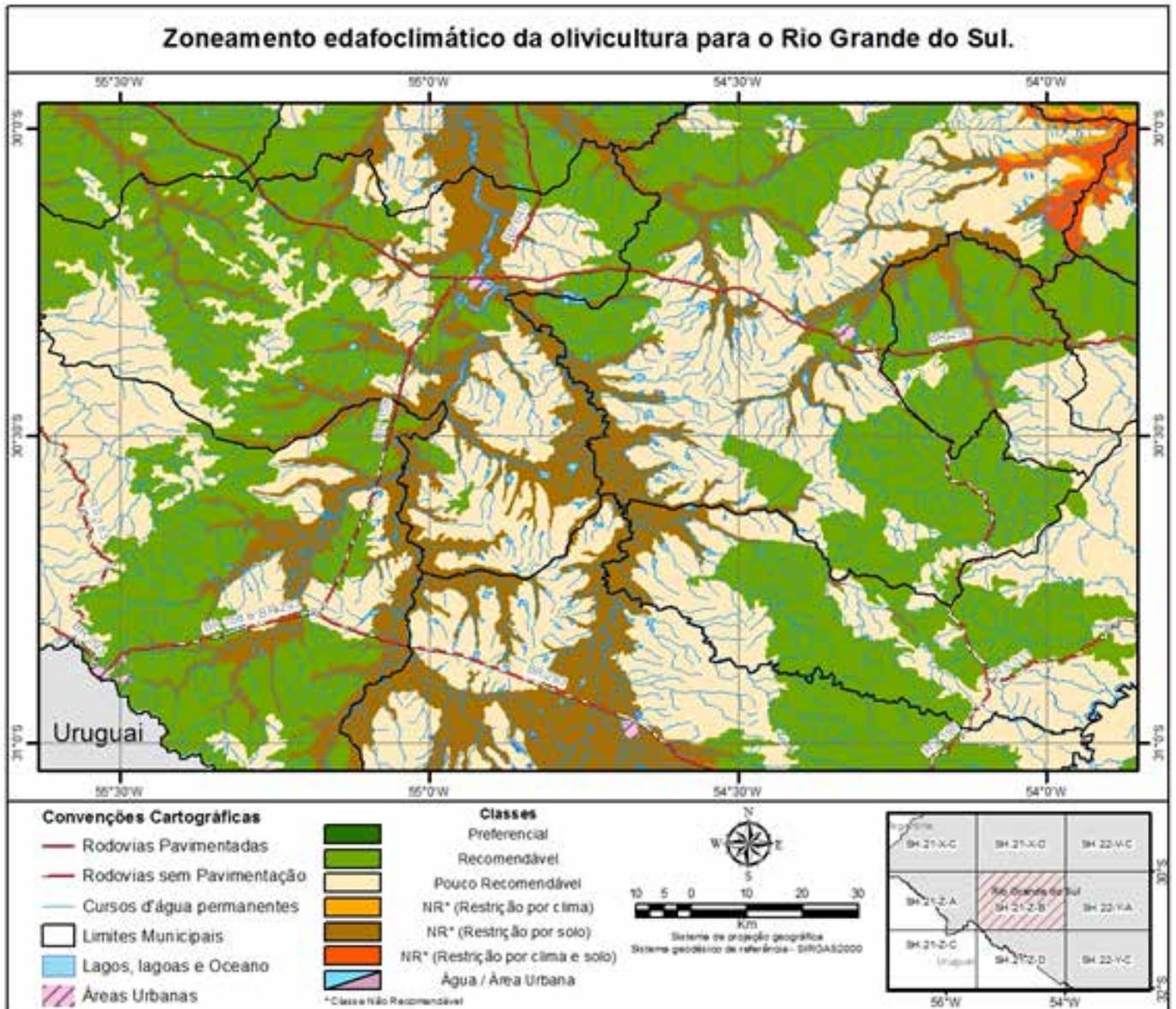


Figura 22. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-ZB.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-ZD

Mais da metade da folha encontra-se em território Uruguaio. Ainda assim, apresenta área considerável com aptidão “recomendável” (196.891 ha). O restante da folha divide-se quase meio a meio nas classes “pouco recomendável” (238.498 ha) e “não recomendável por restrição do solo” (289.442 ha), sendo esta última relacionada à rede hídrica local (Figura 23).

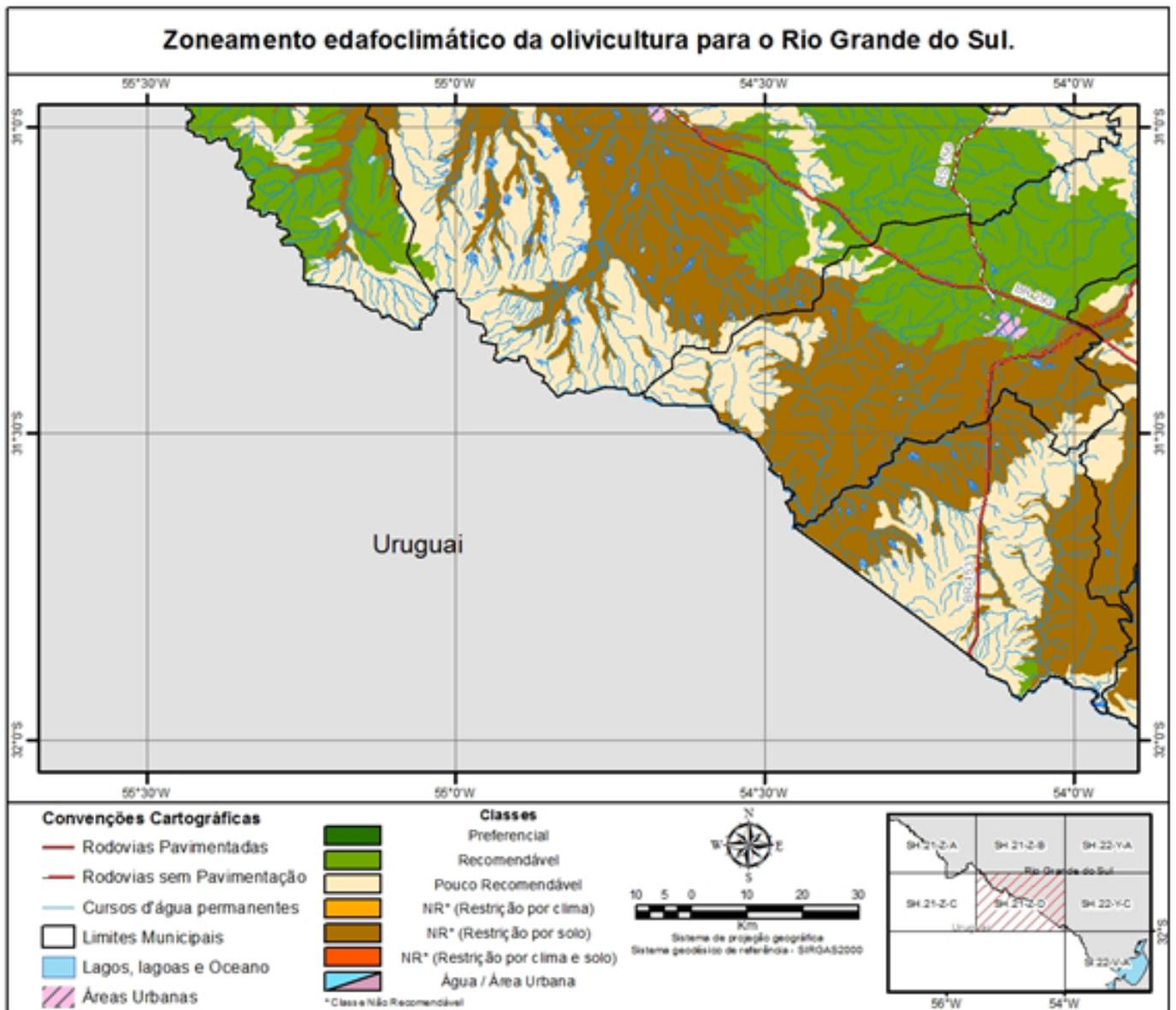
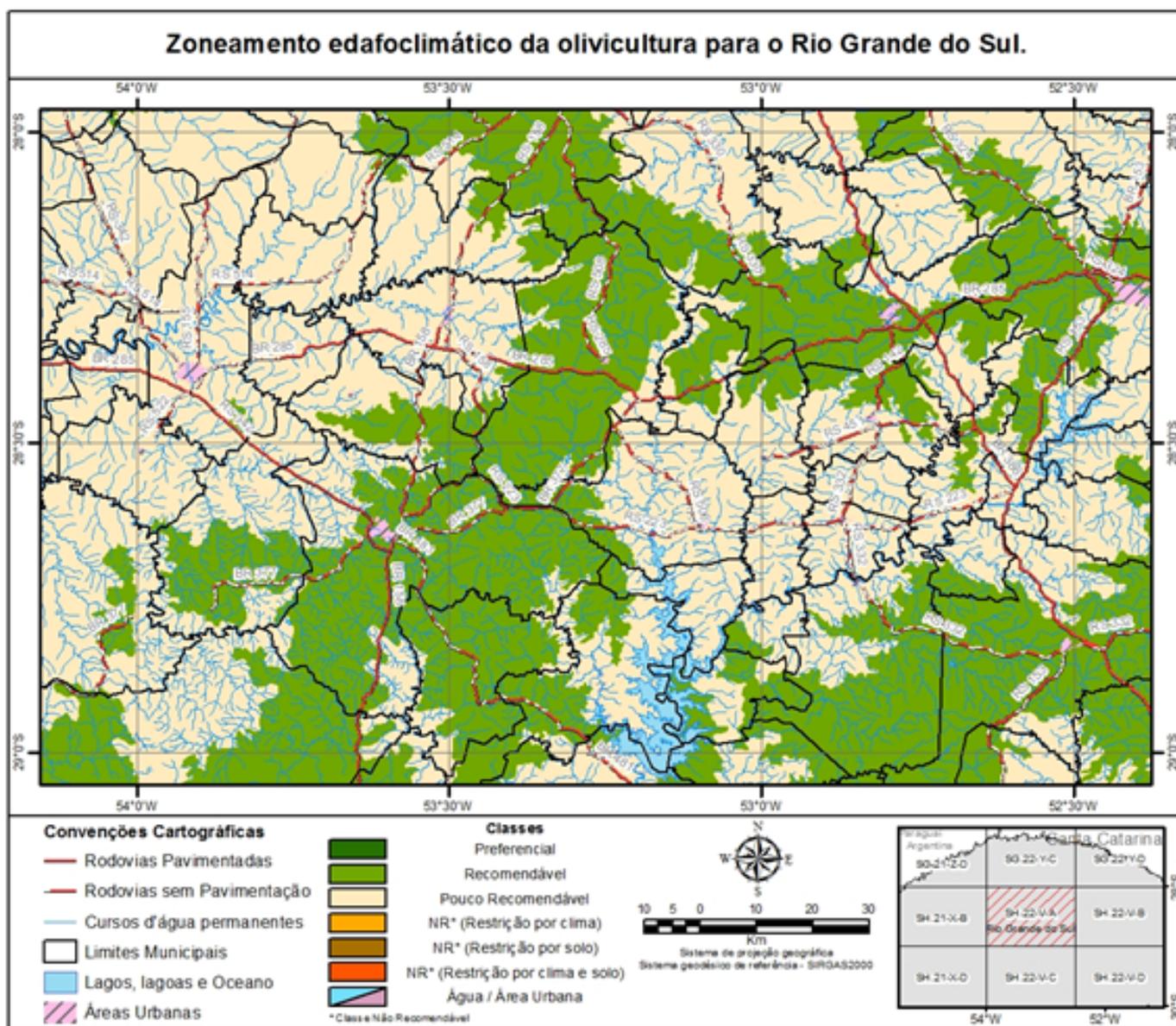


Figura 23. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.21-ZD.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VA

Ocorre ocupação significativa das classes “recomendável” e “pouco recomendável”, com área absoluta de 698.488 ha e 903.260 ha respectivamente e área relativa de 42,9% e 55,5%. Não existem restrições climáticas ou edáficas significativas, os corpos de água ocupam considerável área (Figura 24).



Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VB

A metade sul da folha apresenta aptidão “recomendável” dominante (523.708 ha), sendo o setor nordeste restrito por clima (301.093 ha) e o restante do território com aptidão “pouco recomendável” (795.583 ha), como apresentado na Figura 25.

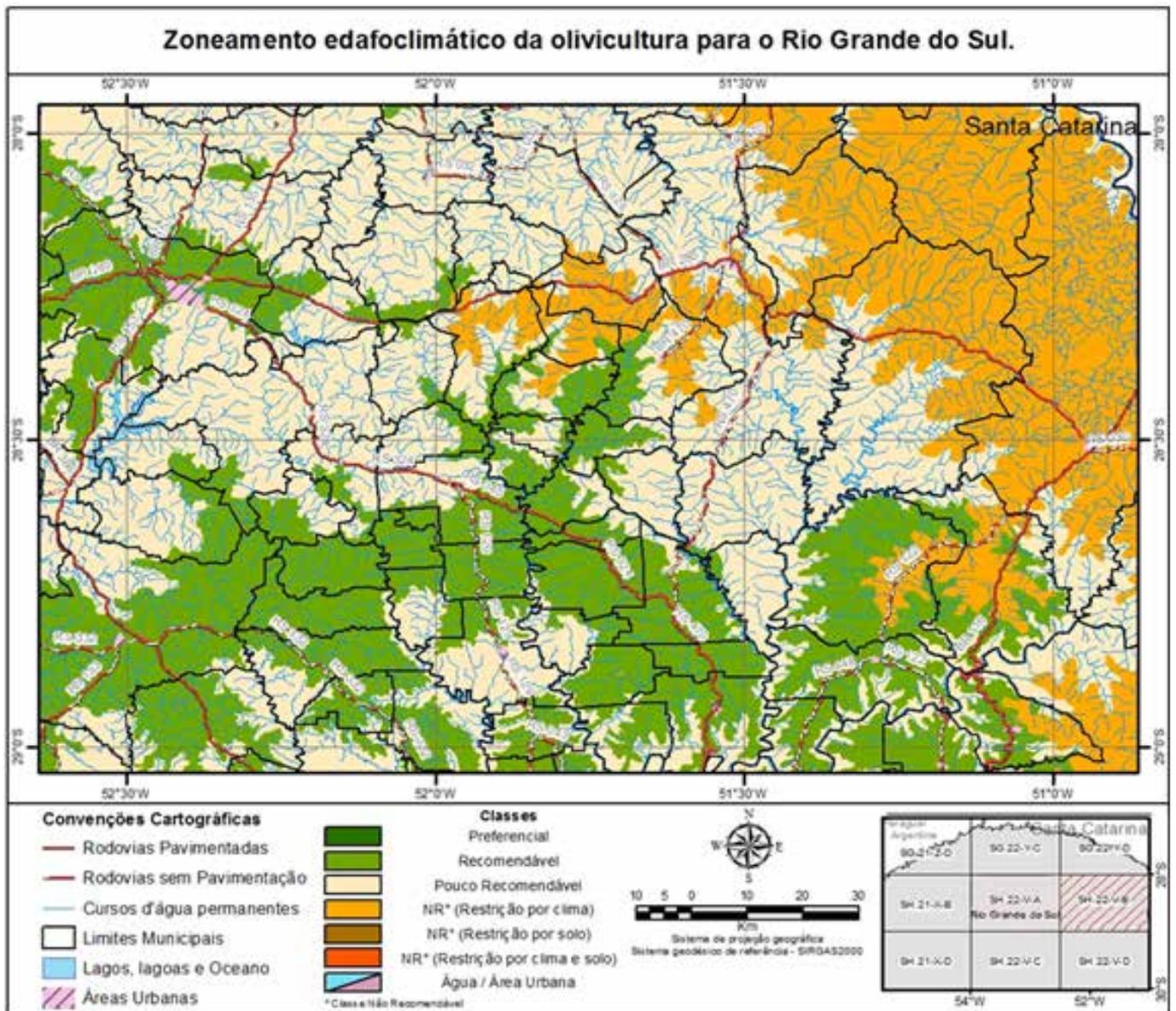


Figura 25. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VB.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VC

Existe alternância das classes “recomendável” (636.179 ha) e “pouco recomendável” (600.516 ha), com áreas semelhantes em tamanho (Figura 26). No setor sul predominam restrições por clima (228.759 ha) ou por solo (7.394 ha).

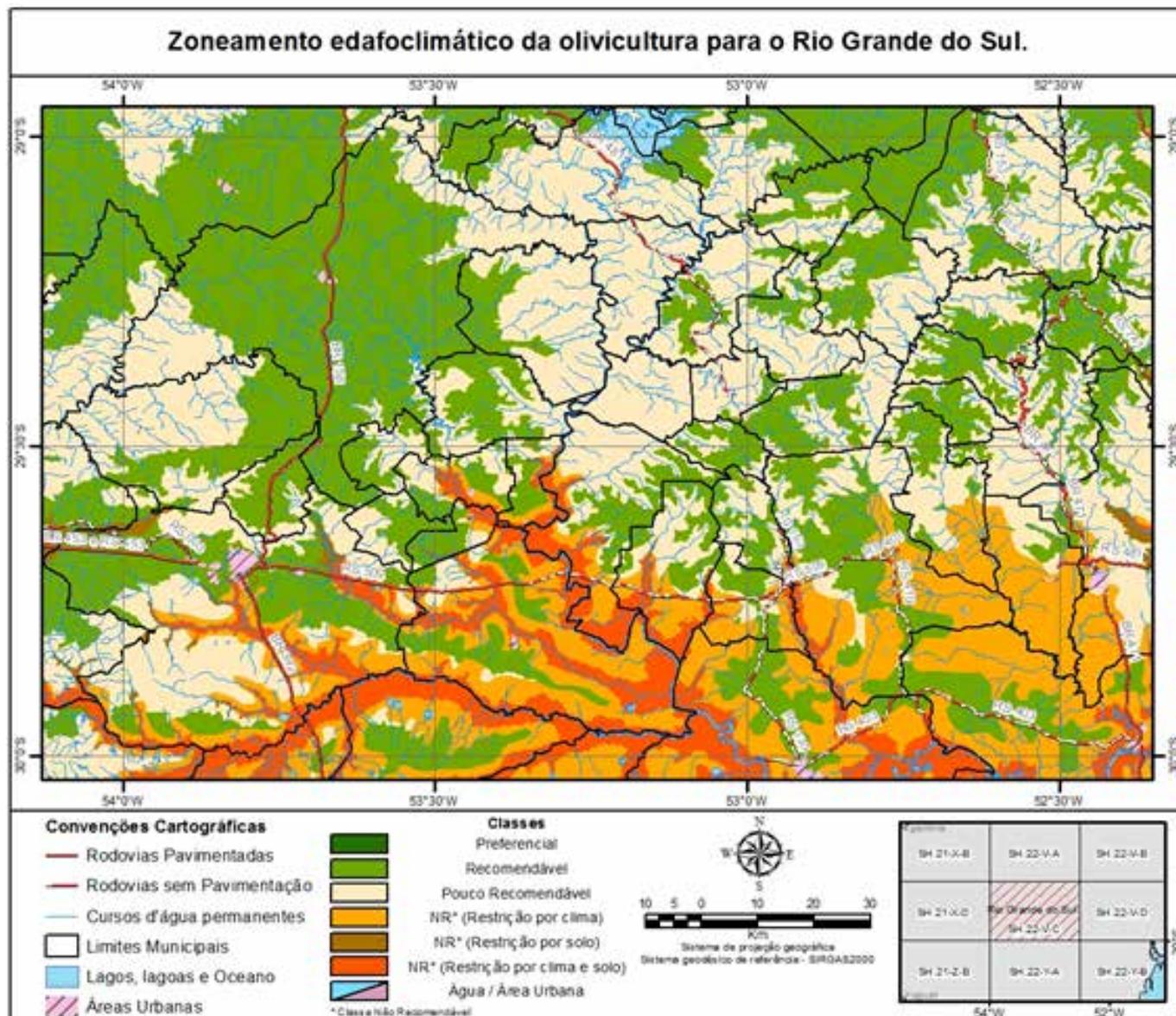


Figura 26. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VD

Observa-se significativa ocupação urbana (35.848 ha), devido à presença de cidades importantes como, por exemplo, Caxias do Sul e Porto Alegre. A classe “recomendável” (395.266 ha) apresenta área considerável que se alterna, principalmente, com a classe “pouco recomendável” (584.548 ha) mais abundante (Figura 27). Ocorrem regiões com restrição climática (437.293 ha) com sobreposição de restrição por solo, conjunta (153.597 ha), ou com restrição somente pelo solo (4.638 ha).

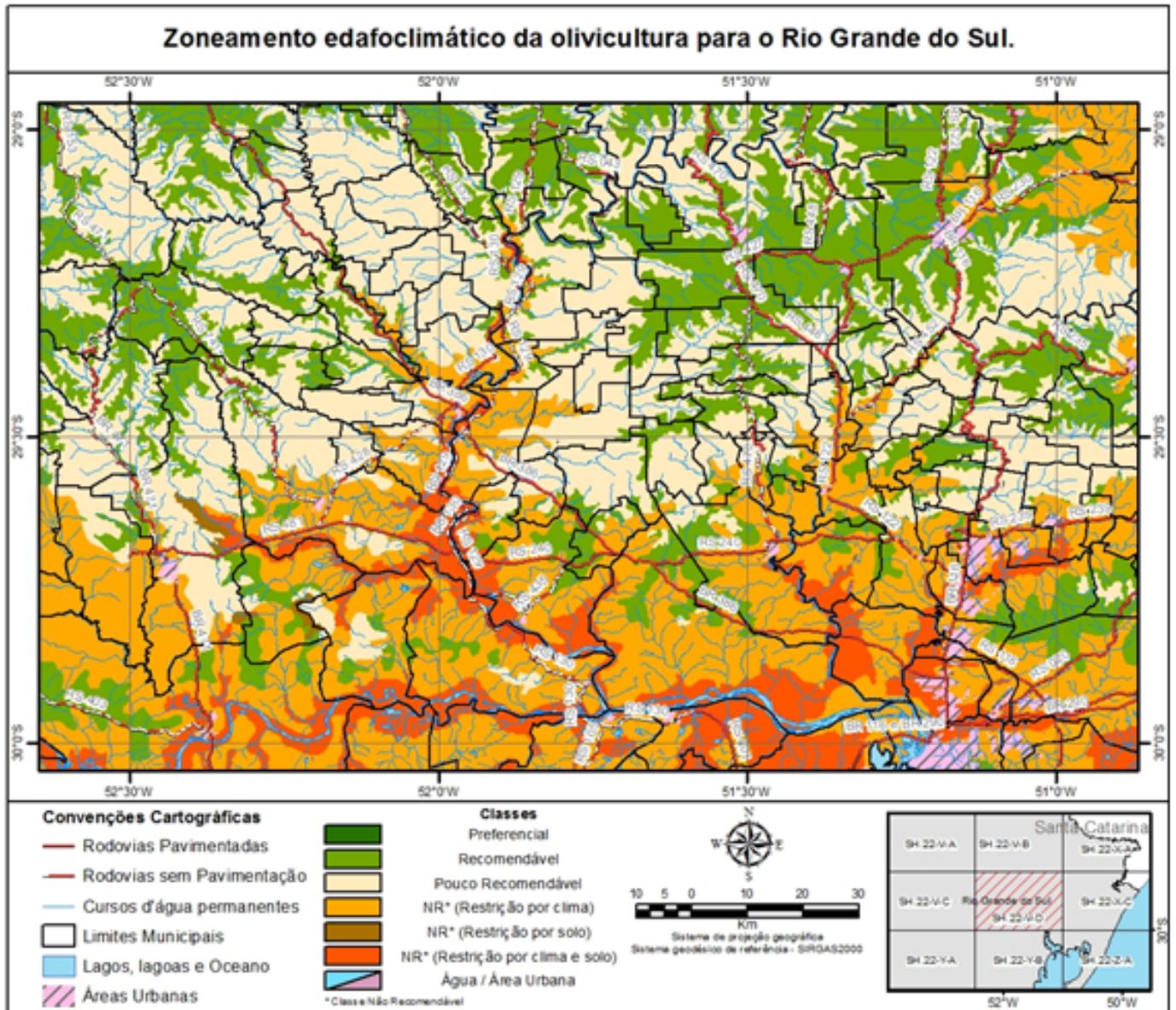


Figura 27. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-VD.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-XA

Quase o total da folha apresenta restrição ao cultivo por clima (679.820 ha), com pequena área “recomendável” (799 ha) no setor sudoeste (Figura 28).

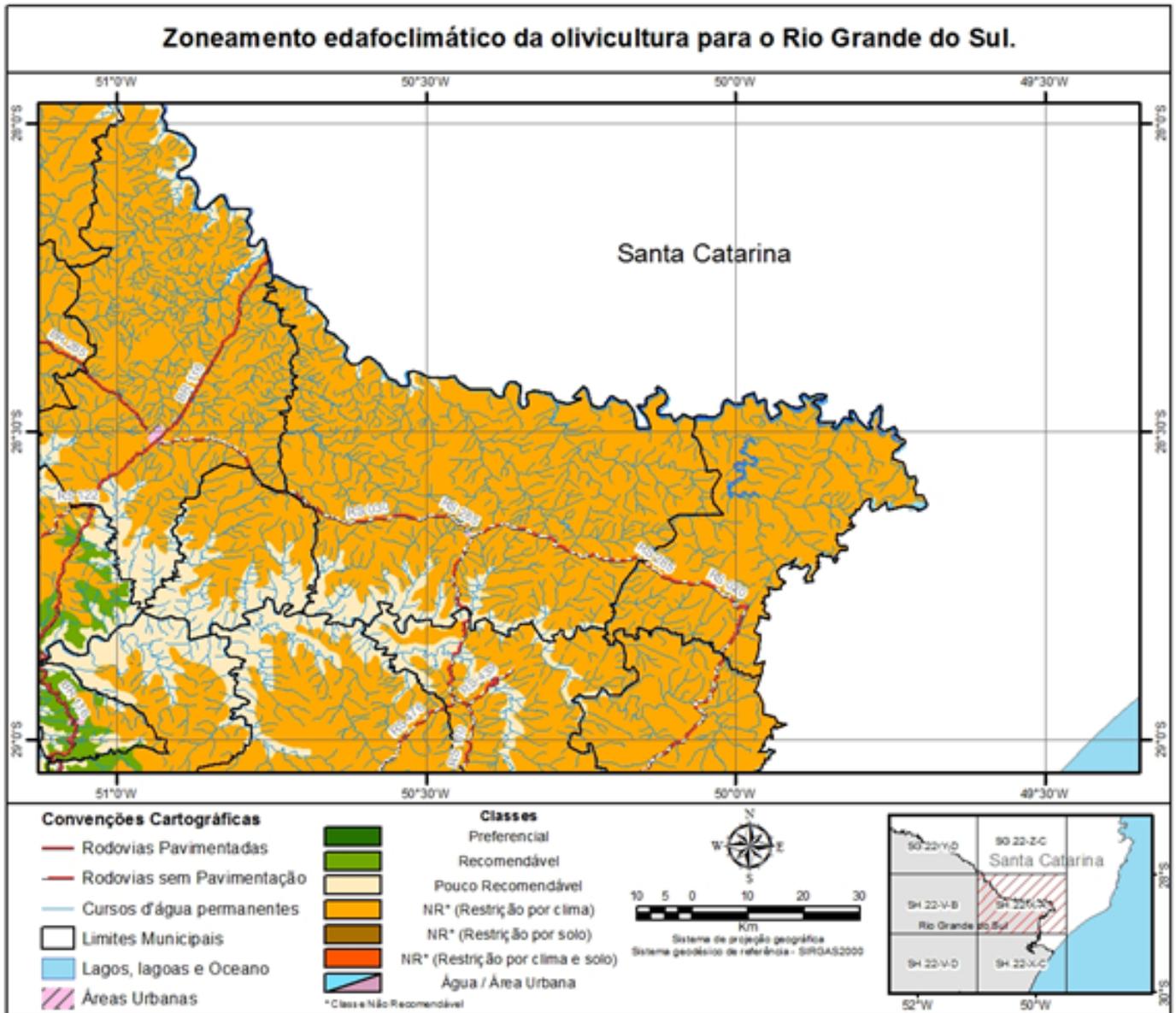


Figura 28. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-XA.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-XC

Esta folha perde território para o oceano e para o Estado de Santa Catarina, com expressiva restrição climática (550.557 ha), incorporando restrição por solo no litoral e a sudoeste (158.825 ha). Ainda assim, há uma área ocupada pela classe “recomendável” de 75.511 ha, com pequenas regiões, geralmente rodeadas pela classe “pouco recomendável” (295.702 ha), como se observa na Figura 29. Além disso, ocorrem recursos hídricos expressivos no litoral.



Figura 29. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-XC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YA

A área com aptidão “recomendável” (485.464 ha) se alterna com áreas de aptidão “pouco recomendável” (603.748 ha) e áreas “não recomendáveis” por clima e/ou solo (500.984 ha) conforme se apresenta na Figura 30. Destaca-se a complexidade da faixa central da folha, em direção SW-NE, com variabilidade significativa entre classes em distância curta.

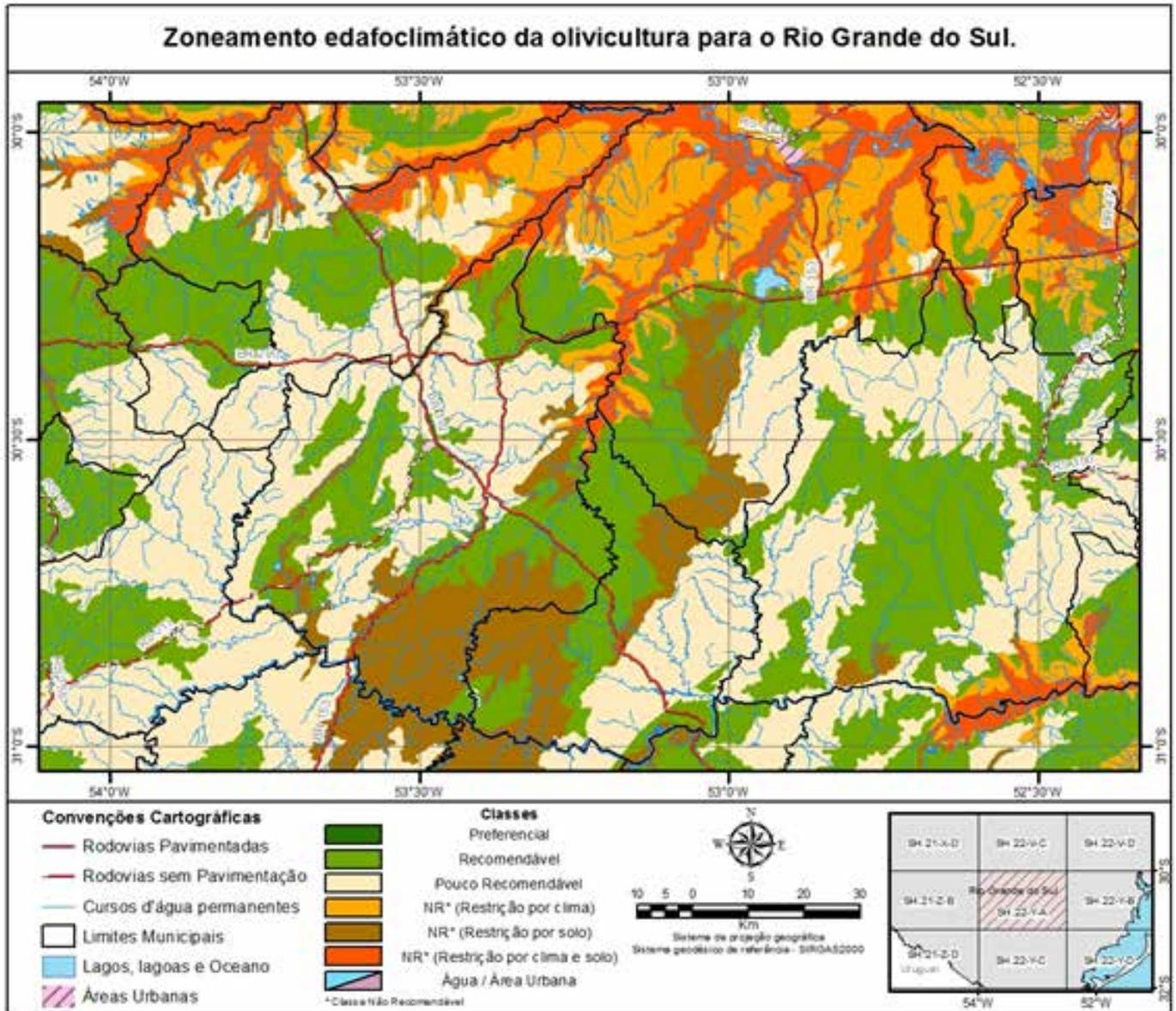


Figura 30. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YA.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YB

Muito embora haja forte restrição por clima (284.661 ha) e solo (280.993 ha), ocorre área expressiva com aptidão “recomendável” (469.165 ha), alternada com a classe de aptidão “pouco recomendável” (243.000 ha), como se observa na Figura 31. Destaca-se variabilidade extrema em distância curta com áreas “recomendáveis” e “não recomendáveis” adjacentes.

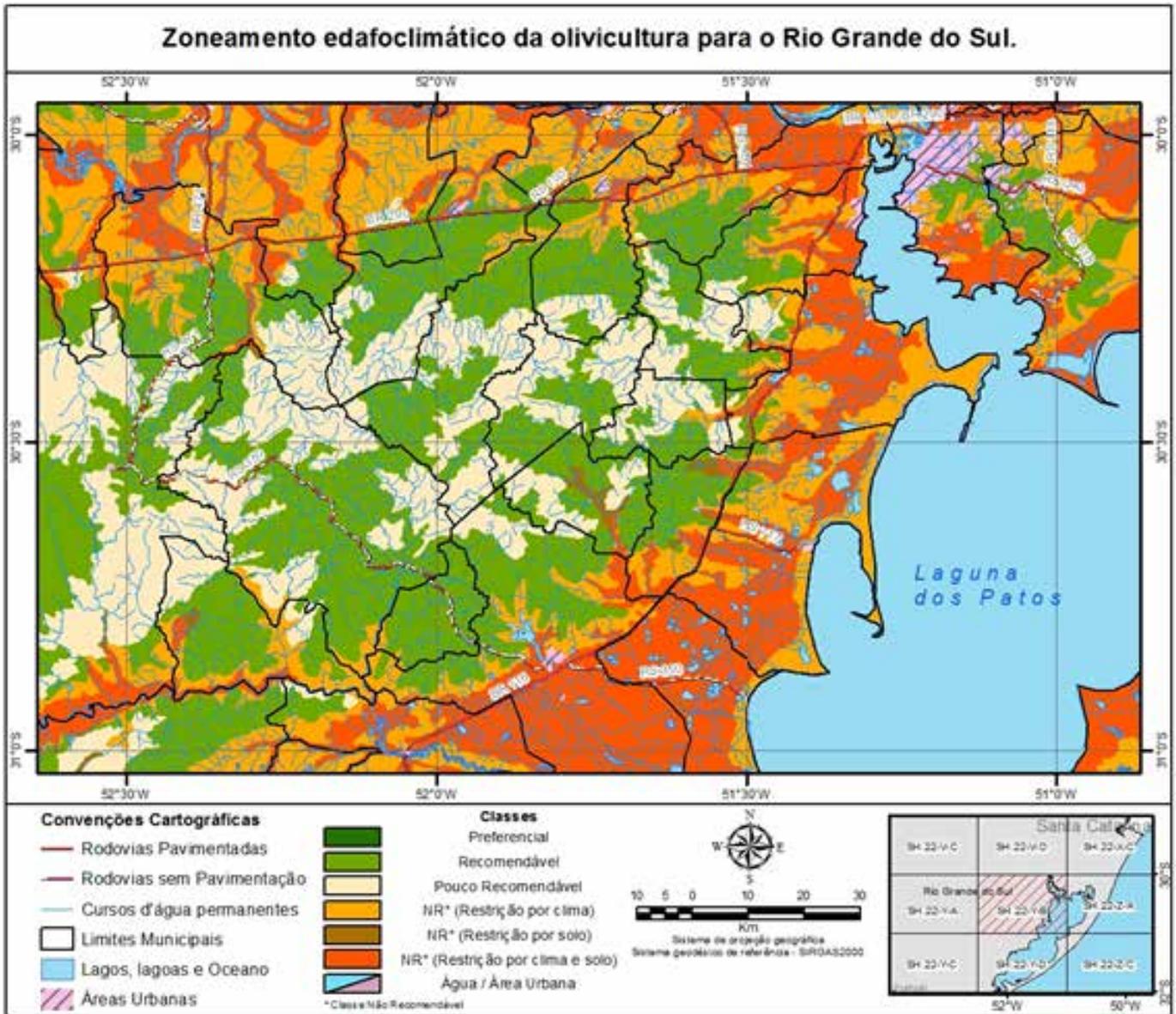


Figura 31. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YB.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YC

Esta folha apresenta significativa área com aptidão “recomendável” (749.111 ha), alternada com faixas estreitas da classe de aptidão “pouco recomendável” (484.158 ha), com restrição por solo ao Sudeste (56.707 ha) conforme é apresentada na Figura 32.

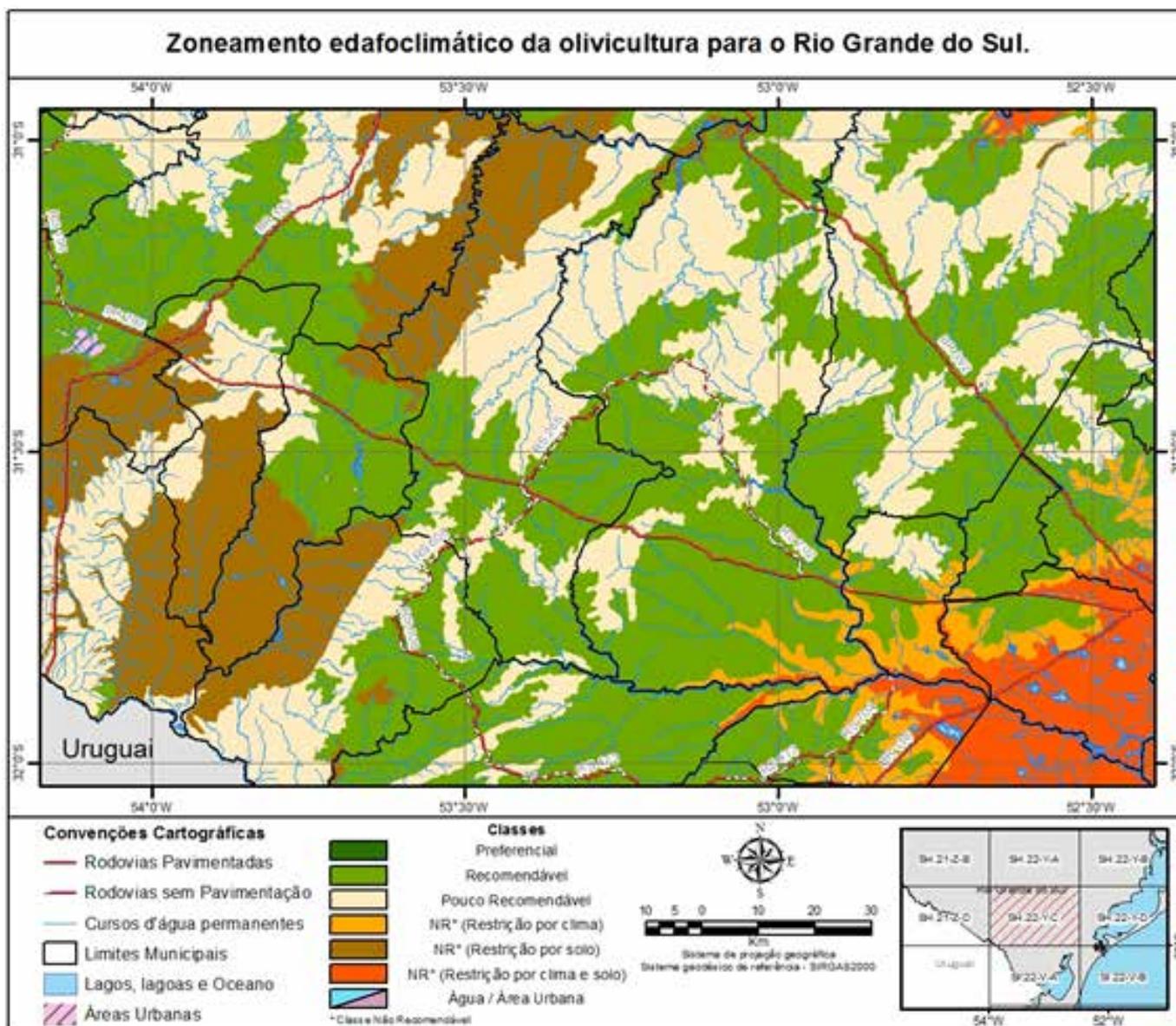


Figura 32. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-YC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.22-YD e SH.22-ZC

Foram integradas duas folhas como se apresenta no canto inferior direito da Figura 33. Há ocupação significativa pela Lagoa dos Patos e o Oceano Atlântico. Ocorre forte restrição por clima (200.499 ha) com participação conjunta do solo (398.521 ha), que apresenta restrição isolada em somente 531 ha. Porém, a região noroeste apresenta área extensa homogênea com aptidão “recomendável” para cultivo da oliveira (162.396 ha) como pode ser observado na mencionada figura.

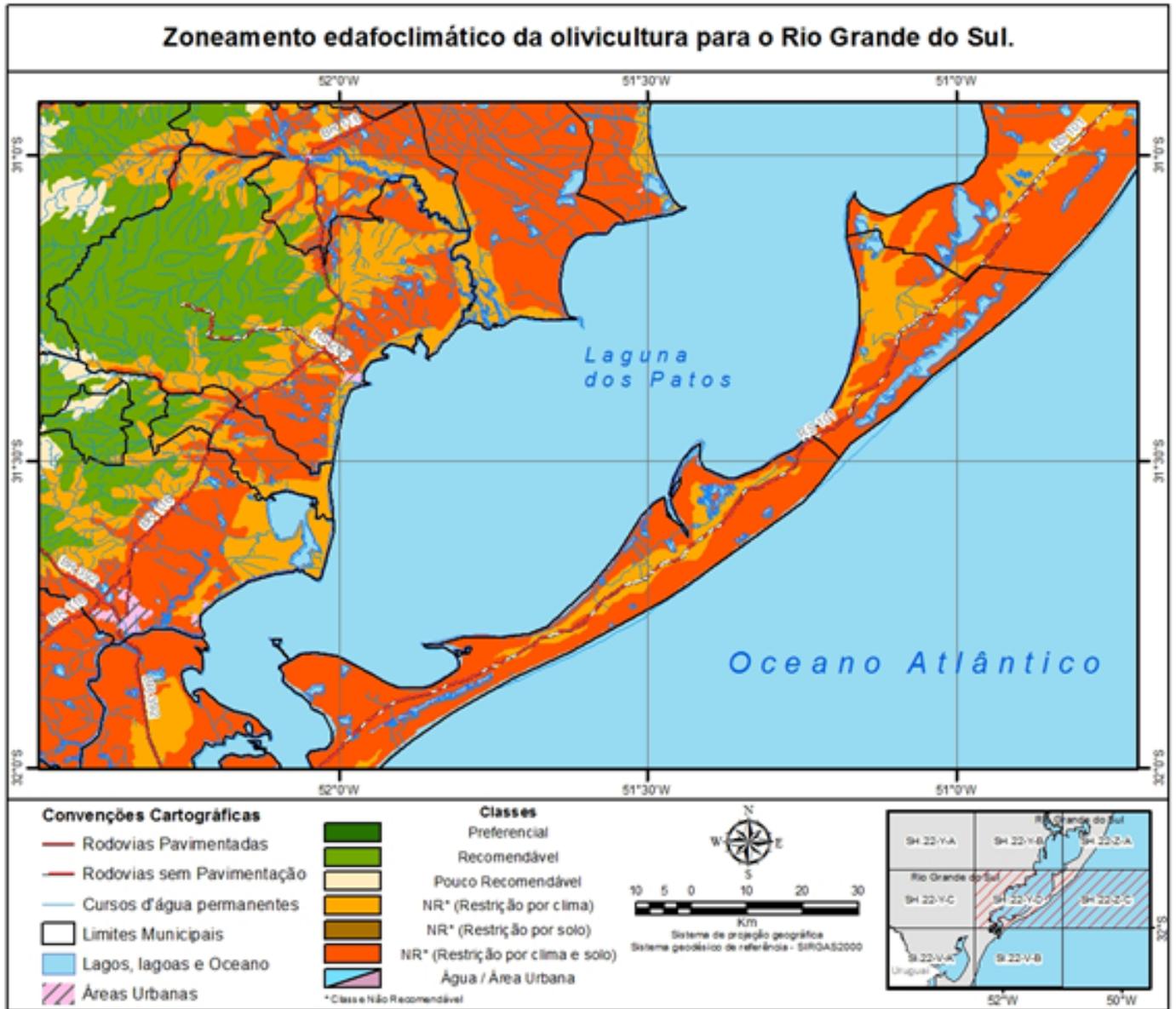


Figura 33. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.22-YD e SH.22-ZC.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-ZA

O Oceano Atlântico e a Lagoa dos Patos ocupam a maior parte da folha, com forte restrição por clima (95.016 ha), em ocasiões, simultaneamente, com restrições pedológicas (319.836 ha). No entanto, há uma área de aptidão recomendável no setor noroeste (18.836 ha) como se apresenta na Figura 34.



Figura 34. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SH.22-ZA.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SI.22-VA

Parte da folha em território uruguaio não foi avaliada. Ocorrem também corpos d'água significativos, com destaque para a Lagoa Mirim. As restrições devem-se ao clima (151.158 ha) e ao clima junto ao solo em área extensa (376.545 ha). No entanto, existe área com aptidão "recomendável" homogênea ao norte (173.533 ha) como apresentado na Figura 35.

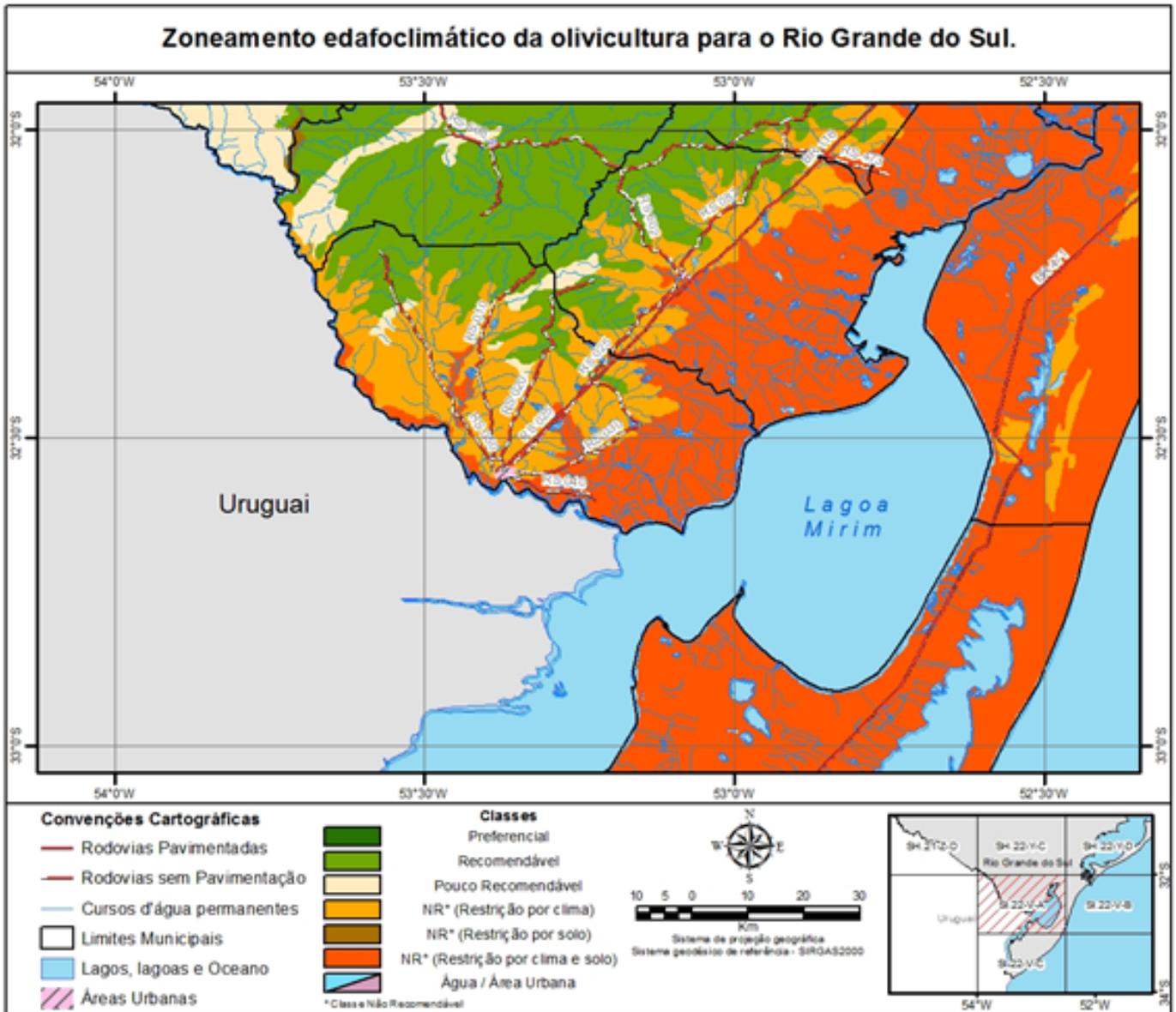


Figura 35. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura na folha SI.22-VA.

Zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SI.22-VB e SI.22-VC

Integraram-se duas folhas com forte ocupação por corpos d'água, com restrição por clima e solo quase no total do território (473.829 ha), exceto nos locais com restrição somente por clima (21.200 ha), como se observa na Figura 36.

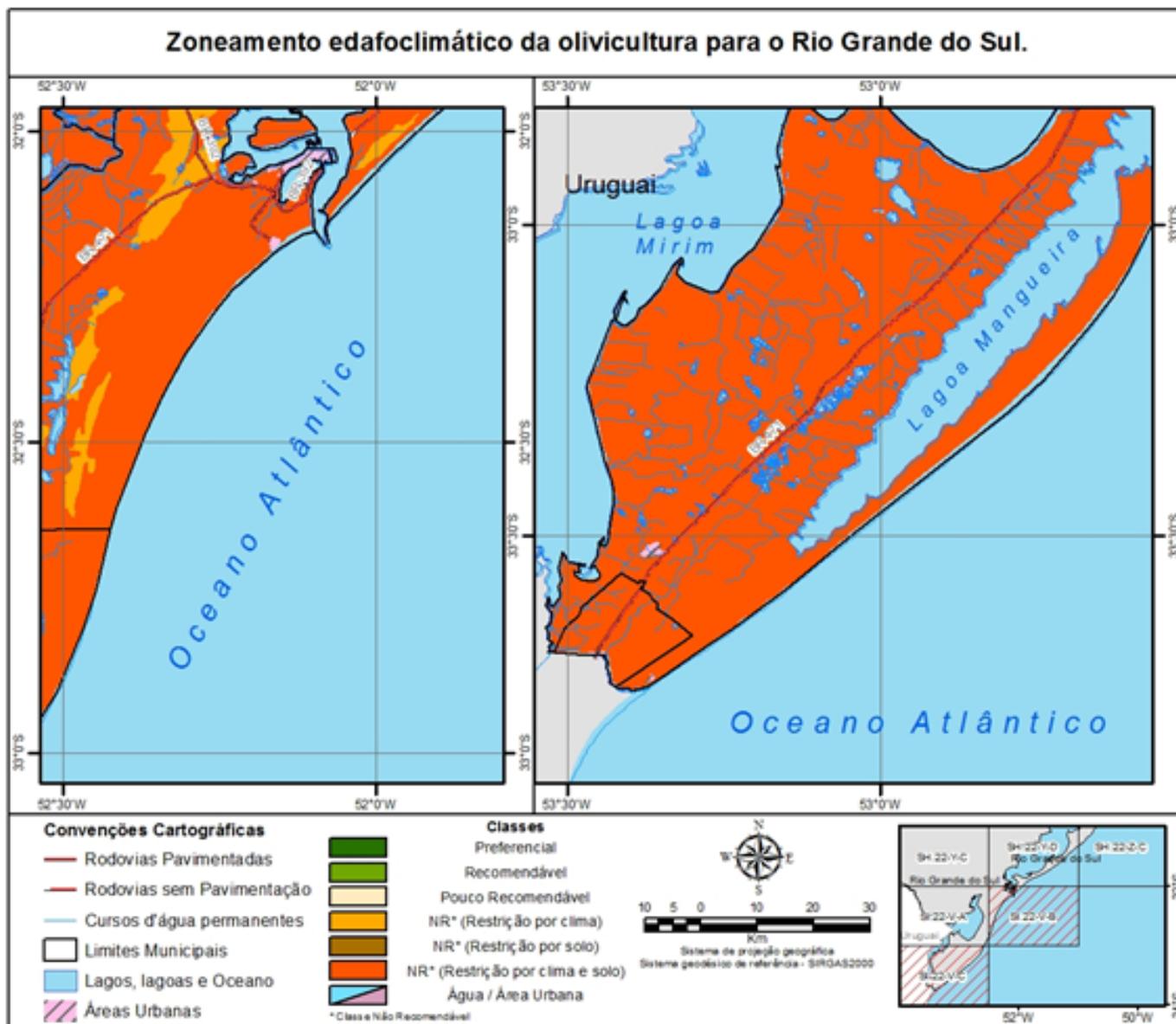


Figura 36. Mapa correspondente ao zoneamento edafoclimático da olivicultura nas folhas SH.22-VB e SH.22-VC.

Considerações finais

O desenvolvimento da cultura da oliveira no Rio Grande do Sul, basicamente, dar-se-á em função da identificação de cultivares mais adaptadas para cada região, conforme as características edafoclimáticas.

Neste livro, trata-se do zoneamento edafoclimático para a cultura da oliveira, disponibilizando informações úteis para tomada de decisão quanto a investimentos em olivicultura. Considera-se como uma importante ação à ampliação das áreas de cultivo, auxiliando na identificação de quais são as melhores regiões, isto é, aquelas com menores riscos de clima e aptidão edáfica adequada para exploração da cultura no estado, o qual possui, potencialmente, as melhores condições edafoclimáticas, no âmbito nacional.

Considerando a ocupação absoluta da classe “recomendável” em cada folha (hectares da classe “recomendável” por folha) foram discriminadas três categorias segundo o potencial para implantação da cultura da oliveira (Tabela 15):

- (1) Potencial baixo: inferior a 100 mil ha;
- (2) Potencial médio: entre 100 mil ha e 300 mil ha;
- (3) Potencial alto: superior a 300 mil ha.

Espera-se que, com os resultados deste trabalho, os empreendedores rurais e os formuladores de políticas públicas disponham de subsídios necessários para consolidação desta cultura no Rio Grande do Sul, com a produção sustentável de azeitonas de mesa e de azeite para o mercado brasileiro, contribuindo para que o Brasil, num curto espaço de tempo, reduza os gastos com as importações desses produtos.

Tabela 15. Folhas avaliadas pelo zoneamento edafoclimático da cultura da oliveira no estado, classificadas de acordo ao potencial de implantação.

Variável	Potencial para implantação da oliveira		
	Baixo	Médio	Alto
Folhas (MI)	SH.21-YB, SH.22-ZA, SH.21-ZC, SH.22-XC, SG.22-ZC, SH.22-ZC, SI.22-VB, SI.22-VC, SH.21-XA, SH.22-XA e SH.21-VD.	SH.21-XC, SH.21-ZD, SG.22-YD, SI.22-VA, SH.22-YD, SH.21-ZA, SG.21-ZD e SH.21-XB.	SH.22-YA, SH.22-VD, SG.22-YC, SH.22-VA, SH.22-YC, SH.22-VB, SH.22-YB, SH.22-VC, SH.21-XD e SH.21-ZB
Área da classe R	Inferior a 100 mil ha	De 100 mil a 300 mil ha	Superior a 300 mil ha

Referências

- BUOL, S.W.; HOLE, S.D.; McCracken, R.J. Soil genesis and classification. Ames: Iowa State University Press, 1973. 306p.
- COUTINHO, E. F. A cultura da oliveira. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 143 p.
- COUTINHO, E. F. Introdução e avaliações agronômicas de oliveiras no sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 40 p.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ArcGIS 9.1: handbook. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 1999. 4 v.
- FLORES, C. A.; FILIPPINI-ALBA, J. M.; WREGE, M. S. (Ed.). Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na região do Corede Sul – RS. Pelotas: Embrapa Temperado, 2009. 87 p.
- GOBBATO, C. Cultura da oliveira e noções sobre a industrialização das azeitonas. Porto Alegre: Centro, 1945. 118 p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.). Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
- IBGE. Cidades@. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 18 jun. 2010.
- IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p. (Continuação do extinto projeto RADAMBRASIL).
- KRAMER, P. J. Plant and soil water relationship: a modern synthesis. New York: McGraw-Hill, 1969. 482 p.
- MÁRSICO, D. F. Olivicultura y elayotecnia. Barcelona: Salvat Editores S.A., 1955. 582 p.
- NAVARRO, C.; PARRA, M. A. Plantación. In: BARRANCO, D.; FERNANDEZ-ESCOBAR, R. F. El cultivo del olivo. 6 ed. Madri: Mundi-Prensa, 2008. p. 93-125.
- OLIVEIRA, J.B. de. Pedologia Aplicada. Piracicaba: FEALQ, 2005. 574 p.
- ORGAZ, F.; FERERES, E. Riego. In: BARRANCO, D.; FERNANDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. El cultivo del olivo. 6.ed. Córdoba: Mundi-Prensa, 2008. 846 p.
- PINTO, H. S.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias mensais no estado de São Paulo, em função da altitude e latitude. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1972. 20 p. (Caderno Ciências da Terra, 23).
- ROBERTSON, G. W.; RUSSELO, D. A. Freezing temperature risk calculations: systems analysis and computer program. Ottawa: Canada Department of Agriculture, 1968. 31 p. (Technical bulletin, 60).

- SANTOS, H. G. dos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- SOJKA, R.E.; STOLZY, L.H. Soil-oxygen effects on stomatal response. *Soil Science*, Baltimore, v. 130, p. 350-358, 1980.
- TAPIA, F.; ASTORGA, H.; IBACACHE, A.; MARTÍNEZ, L.; SIERRA, C.; QUIROZ, C.; LARRAÍN, P.; RIVEROS, F. Manual del cultivo del olivo. La Serena (Chile): INIA, 2003. 128 p. (INIA. Boletín 101).
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Global 30 arc second elevation data. Washington, DC, 1999. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html>>. Acesso em: 10 jul. 2008.
- 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: 01 dez. 2005.
- WILLEY, C. R. Effects of short periods of anaerobic and aerobic conditions on uptake by tobacco roots. *Agronomy Journal*, Madison, v. 62, p. 224-229, 1970.
- WREGGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I.R.; MATZENAUER, R.; RADIN, B. Zoneamento agroclimático para oliveira no Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 259).
- WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa ClimaTemperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.



Zoneamento Edafoclimático da Olivicultura para o Rio Grande do Sul

Mapa



SISAGRO
SISTEMA NACIONAL DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

