

# SOLOS SUSCETÍVEIS À EROSÃO EÓLICA E HÍDRICA NA REGIÃO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

*Egon Klamt  
Paulo Schneider*

*A formação e distribuição dos solos arenosos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha rio-grandense está relacionada à alteração de arenitos por processos geomórficos e pedogenéticos. O conhecimento minucioso deste conjunto de fenômenos constitui tarefa essencial para o entendimento da degradação ambiental em toda a sua magnitude, bem como para a recomendação de práticas que levem ao seu controle. Assim, o mapeamento e a descrição de solos representa um ponto de partida para qualquer estratégia de recuperação que se queira implementar nesta vasta região.*

## Formulação do problema

A distribuição dos solos na superfície terrestre não acontece ao acaso, mas é determinada pelos processos e fatores de formação do solo. Entre os fatores de formação, o material parental (rocha), o clima e o relevo afetam as características dos solos em distintas escalas e intensidades.

A alteração do arenito da Formação Botucatu, de origem eólica e da fácies fluvial da Formação Rosário do Sul, encontrados na região da Campanha do Rio Grande do Sul, constituem as fontes dos sedimentos arenosos a partir das quais, por pedogênese, desenvolvem-se solos arenosos com diferentes características e classes taxonômicas.<sup>1</sup>

O relevo, devido a sua influência no fluxo superficial e subsuperficial da água, influi na formação dos solos, além de controlar a modelagem da paisagem. Assim, em períodos de instabilidade que geralmente coincidem com climas mais áridos, ocorre a dissecação das superfícies, originando sedimentos, enquanto os períodos de estabilidade (climas mais úmidos) favorecem a atuação dos processos pedogenéticos e a formação dos solos.

O clima atua diretamente pela influência da temperatura, da água e do vento, alterando os minerais das rochas, retrabalhando os produtos de alteração e, indiretamente, condicionando o desenvolvimento da cobertura vegetal. Esta estabiliza as superfícies e intensifica os processos pedogenéticos, pela atuação dos compostos orgânicos na estrutura dos minerais e pela incorporação do próprio material orgânico ao solo.

No caso da região da Campanha, o clima é do tipo Cfa subtropical com elevada umidade, já que a precipitação é superior a 100 mm na maioria dos meses, atingindo média anual de 1.400 mm. A precipitação supera a evaporação, com exceção dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em que pode ocorrer deficiência de água no solo. Quanto à temperatura, as menores médias mensais são observadas no inverno, quando atingem valores entre 13 e 14°C, enquanto que no verão as temperaturas médias mensais atingem 25°C. A temperatura média anual oscila entre 19 e 20°C.<sup>2</sup>

Por conseguinte, esta região não apresenta características desérticas considerando o clima; de outra parte, a ocorrência de materiais arenosos não permite definir e descrever o processo como desertificação, conforme conceito utilizado por Cordeiro e Soares e por Souto.<sup>3</sup> Estes materiais, compostos por partículas transportáveis pelo vento, podem ser mobilizados, quando não consolidados ou protegidos por vegetação. Suertegaray designou o processo de arenização.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> BRASIL. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento de Recursos Naturais*. Folha SH 22 Porto Alegre, Parte das Folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, Volume 33. p. 791. 1986.

<sup>2</sup> MORENO, J. A. O Clima do Rio Grande do Sul. *Bol. Geográfico do RS*. Porto Alegre, Ano VI (11). p. 134. 1961.

<sup>3</sup> CORDEIRO, C. A. & L. C. SOARES. A erosão nos solos arenosos da região sudeste do RS. *Rev. Bras. Geografia*. Rio de Janeiro. p. 82-144. 1977.  
SOUTO, J. J. *Deserto, uma ameaça?* Estudo do Núcleo de Desertificação na Fronteira Sudoeste do RS. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do RS/DRNR, 1984.

<sup>4</sup> SUERTEGARAY, D. M. A. *A trajetória da natureza: um estudo geomorfológico sobre as areias de Quarai*, RS. Departamento de Geografia, USP. São Paulo. Tese de Doutorado. 243p. 1987.

Para melhor entendimento do problema e da sua amplitude e para proposição de práticas de controle à erosão, efetuou-se o mapeamento e a descrição dos solos, numa área teste situada ao norte de Manoel Viana, entre os meridianos 55° e 20' a oeste de Greenwich e os paralelos de 29° 30' e 29° 40' de latitude sul. A pesquisa faz parte do projeto interdisciplinar de desenvolvimento de metodologias visando a utilização de técnicas de sensoriamento remoto para aplicação ao uso e ocupação do meio físico, do Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, sediado em Porto Alegre, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Devido à cobertura vegetal e à atividade antrópica, a utilização de imagens orbitais Landsat TM 5 não permitem a diferenciação adequada dos solos. Assim sendo, estes foram delimitados por fotointerpretação sobre fotos aéreas na escala de 1:60.000, ampliadas para 1:30.000 e os delineamentos transferidos para a carta do Serviço Geográfico do Exército na escala de 1:50.000, originando o mapa de solos.

## Características e distribuição dos solos

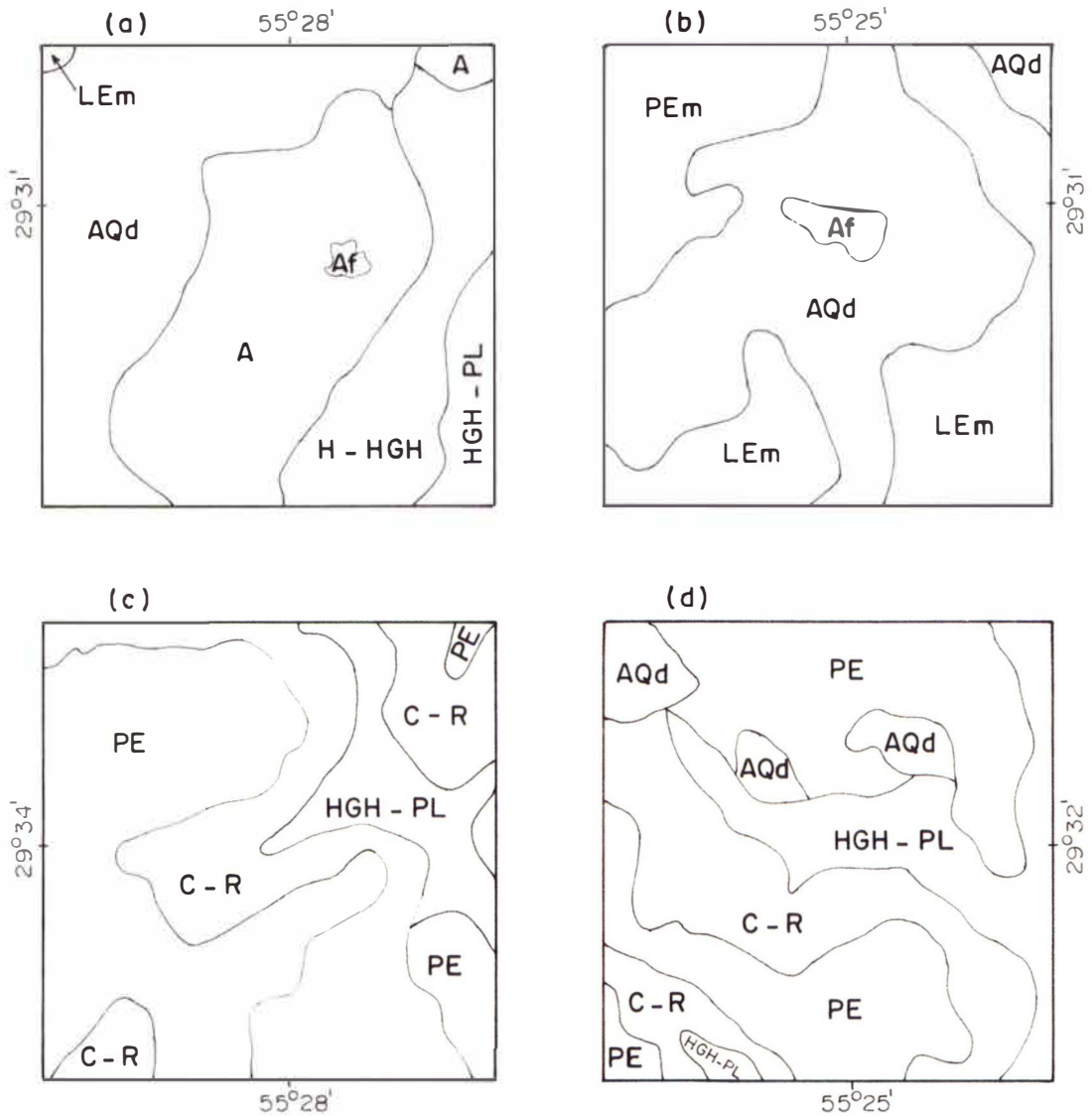
As classes de Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa (LE) e textura média (LEm), Podzólico Vermelho Escuro textura argilosa (PE) e média/argilosa (PEm), Planossolo (PL), Associação Cambissolos-Solos Litólicos (C-R), Glei Húmico (HGH), Areias Quartzosas distróficas (AQd), Solos Orgânicos (H) e os tipos de terreno arenais (A) e afloramento de rochas (Af) foram identificados, descritos e mapeados na região.<sup>5</sup> As quadriculas representativas dos diferentes padrões de distribuição das classes de solos contidas no mapa são apresentadas na Figura 1.

A seguir, a descrição das classes de solo identificados na área de estudo:

### *Latossolo Vermelho Escuro: LE e LEm*

Os latossolos, encontrados em relevo suave ondulado a ondulado, são profundos, bem drenados, friáveis, ácidos, com teores baixos a médios de matéria orgânica, baixos níveis de bases trocáveis, baixa capacidade de troca de cátions, baixa a média saturação de bases, caracterizando-se como distróficos e apresentando baixos teores de fósforo disponível. Com exceção do maior teor de matéria orgânica no horizonte superficial, apresentam grande uniformidade nas propriedades em todo o perfil.

<sup>5</sup> KLAMT, E. & P. SCHNEIDER. Caracterização, mapeamento e aptidão de uso dos solos. In: CEPARM/UFRGS. *Metodologias visando a utilização de técnicas de sensoriamento remoto para aplicação no uso e ocupação do meio físico*. Porto Alegre, 1995. (Relatório do projeto).



CLASSES DE SOLOS

- LEm - Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média
- PE - Podzólico Vermelho Escuro eutrófico textura argilosa
- PEm - Podzólico Vermelho Escuro distrófico textura média/argilosa
- PL - Planossolo eutrófico
- C - Cambissolo eutrófico
- HGH - Glei Húmico
- AQd - Areias Quartzosas distróficas
- H - Solos Orgânicos
- R - Solos Litólicos

TIPOS DE TERRENO

- A - Areais
- Af - Afloramento de rochas

Figura 1. Quadrículas representativas dos diferentes padrões de distribuição das classes de solos contidos no mapa de solos. ESCALA 1:50000

Duas unidades de Latossolo Vermelho Escuro ocorrem na área estudada: uma de textura argilosa (LE), formada a partir da alteração do basalto da formação Serra Geral e a outra de textura média (LEm), originada do arenito Botucatu. As propriedades do solo e a aptidão de uso agrícola decrescem dos solos de textura argilosa para os de textura média. Assim sendo, os primeiros podem ser usados com culturas anuais, após corrigidas as deficiências quanto à fertilidade natural, enquanto os de textura média apresentam como utilização mais adequada o pastoreio extensivo.

*Podzólico Vermelho Escuro: PE e PEm*

Estes solos diferenciam-se dos latossolos por apresentarem gradiente textural, ou seja, incremento no teor de argila em profundidade, sendo similares nas demais características.

Como para os latossolos, duas unidades de Podzólico Vermelho Escuro foram descritas e mapeadas. Uma de textura argilosa (PE), desenvolvida a partir do basalto e a outra de textura média/argilosa (PEm), que, além do basalto, recebeu contribuição do arenito na sua formação. Quanto à aptidão de uso agrícola, os PE podem ser usados com culturas anuais, após corrigidas as limitações químicas, enquanto o pastoreio extensivo é a utilização mais indicada aos PEm.

*Planossolos: PL*

Encontrados em relevo plano a suave ondulado das planícies de inundação do rio Miracatu e afluentes, desenvolvem-se a partir de sedimentos aluviais. Apresentam gradiente textural abrupto entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, profundidade média e drenagem imperfeita. Ligeiramente ácidos, com média soma de bases e capacidade de troca de cátions, alta saturação de bases, caracterizam-se como eutróficos.

Em razão da textura média superficial e argilosa subsuperficial, estes solos são adequados para irrigação por inundação e, por conseguinte, para o cultivo de arroz irrigado.

*Associação Cambissolo – Solos Litólico: C-R*

Solos oriundos de basalto, ocorrem nas áreas mais dissecadas, com relevo ondulado a forte ondulado, podendo apresentar pedregosidade e rochiosidade. Pouco profundos, os Cambissolos apresentam seqüência de horizontes A-Bi-C e os Litólicos A-C-R ou A-R. São ligeiramente ácidos, com média soma de bases e capacidade de troca de cátions e alta saturação de bases, caracterizando-se como eutróficos.

Devido à pouca profundidade, pedregosidade e rochiosidade, são aptos apenas ao uso com pastagem extensiva ou reflorestamento.

### *Glei Húmico: HGH*

Estes solos estruturam-se a partir de sedimentos aluviais encontrados nas planícies dos rios e nos sistemas de drenagem. São pouco desenvolvidos, mal drenados, com horizonte superficial muito escuro pelo enriquecimento com compostos orgânicos e subsuperficial acinzentado, devido à redução dos compostos de ferro. Não apresentam gradiente textural acentuado entre os horizontes, como os Planossolos, são ácidos, com média soma de bases, alta capacidade de troca de cátions, baixa saturação de bases e, em geral, alta saturação de alumínio trocável, o que os torna álicos. Em algumas áreas, o pH destes solos é médio a alto, com alta saturação de bases e por conseguinte eutróficos.

Podem ser cultivados com arroz irrigado, mas quando drenados são adequados para cultivo de milho, pastagem e outras culturas.

### *Areias Quartzosas: AQd*

Solos desenvolvidos da alteração de arenitos, profundos, excessivamente drenados, de textura arenosa a franca em todo o perfil e com baixa consistência. Ácidos, apresentam baixos teores de matéria orgânica e de bases, baixa capacidade de troca de cátions e de saturação de bases, além de pequenas reservas de nutrientes e pequena capacidade de retenção de umidade. Devido a estas características desfavoráveis, a vegetação desenvolve-se precariamente sobre tais solos, tornando-os suscetíveis à erosão hídrica e eólica. Por isto, podem ser utilizados apenas com pastoreio extensivo e mesmo assim com pressão de pastejo muito baixa.

### *Solos Orgânicos: H*

Constituídos de material orgânico em fases diversas de decomposição, oriundos do acúmulo de resíduos de plantas em ambientes muito mal drenados, ocorrem nas planícies de inundação do rio Caraguatá e nas depressões regionais. Apresentam baixa densidade, são em geral ácidos, de baixa saturação de bases, mas com alta capacidade de troca de cátions.

Quando drenados, sofrem redução de volume pela perda de água e pela oxidação dos compostos orgânicos, causando subsidência do terreno. Quando secos, são suscetíveis à destruição por queimadas, razão pela qual devem ser manejados com muito cuidado.

### Tipos de Terreno

Além destas classes de solos, mapeadas como unidades simples e associações, foram delimitados na área em estudo dois tipos de terreno: Af – afloramentos rochosos e A – areais, constituídos de áreas degradadas, sujeitas à erosão eólica.

### Origem dos solos arenosos e areais

A formação e distribuição dos solos na área estudada, pelo que se pode depreender da análise dos mapas da Figura 1 e das características dos solos, estão relacionados à alteração do basalto da Formação Serra Geral e dos arenitos da Formação Botucatu e Rosário do Sul por processos geomórficos e pedogenéticos.

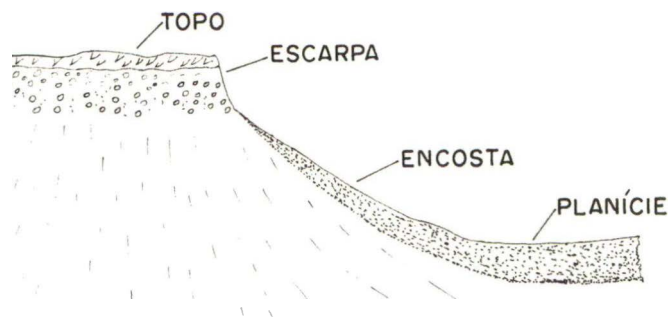
Os processos geomórficos de denudação sucessiva<sup>6</sup> e o retrocesso das escarpas<sup>7</sup> ocasionaram o rebaixamento da superfície regional soerguida por movimentos tectônicos, culminando com a formação de um pediplano, com morros residuais (Figura 2), que foram mapeados como afloramentos rochosos (Figura 1, a e b).

<sup>6</sup> AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do RS. *Bol. Inst. Geografia, USP*, São Paulo, p. 1-15. 1969.

DAVIS, W. M. The geographic cycle. *Geogr. Journ.*, 14:481-504. 1899.

<sup>7</sup> KING, L. C. Canons of landscape evolution. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 18:147-266. 1956.

RUHE, R. V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. *Soil Sci.*, 82:441-445. 1956






-  Sedimentos arenosos do Holoceno
-  Basalto da Formação Serra Geral (Pode estar ausente)
-  Arenito silicificado ou não da Formação Botucatu

Figura 2. Ilustração idealizada de encosta em morro residual e sua constituição geológica-geomórfica.

Os morros residuais apresentam topos com afloramentos de rochas (basalto ou arenito silicificado) e áreas com produtos de alteração de basalto ou arenito Botucatu, onde ocorrem solos pouco desenvolvidos, cobertos com vegetação

rala; as escarpas podem conter arenito silicificado (originado pela cobertura com lava vulcânica) ou não, enquanto nas encostas encontram-se depósitos colúviais arenosos. Por conseguinte, os processos geomórficos e de intemperismo produziram sedimentos, cuja textura está relacionada ao material de origem. Os sedimentos, quando estabilizados pela cobertura vegetal, sofreram a atuação de processos pedogenéticos e originaram solos, que podem ser relacionados ao material de origem, retrabalhado ou não.

Nas encostas e bases dos morros residuais, existem sedimentos arenosos não consolidados (Figura 1a), originando areais (A) e Areias Quartzosas distróficas (Figura 1b). As Areias Quartzosas distróficas também ocorrem em áreas sem vestígios das fontes de origem dos sedimentos, indicando que estas foram totalmente degradadas. Na Figura 1d aparecem como pequenos delineamentos nas margens do sistema de drenagem, correspondendo a solos Podzólico Vermelho Escuro de textura argilosa nos interflúvios e à associação Cambissolo – Solos Litólicos nas encostas mais declivosas. Esta distribuição parece indicar que a depressão foi agravada por sedimentos arenosos e que, sobre os remanescentes da erosão destes sedimentos, desenvolveram-se solos arenosos (Areias Quartzosas).

É importante salientar que os solos Podzólico Vermelho Escuro textura argilosa (PE) e a associação Cambissolos – Solos Litólicos (C – R) da Figura 1d são originados da alteração do basalto da Formação Serra Geral, *in situ* ou retrabalhado. Da mesma forma, os Latossolos Vermelho Escuro (LE) têm origem neste material. Sobre produtos de alteração de basalto e arenito retrabalhado, desenvolveram-se os solos Podzólicos Vermelho Escuro textura média/argilosa, enquanto os Latossolos Vermelhos Escuro textura média (LEm), originaram-se de materiais arenosos com adição de materiais argilosos de origem basáltica.

Nas várzeas e planícies de inundação dos rios ocorrem Planossolos (PL) e Glei Húmico (HGH), desenvolvidos de sedimentos de textura argilo arenosa, originados dos arenitos e basaltos. Conforme observação anterior, os solos Orgânicos (H) resultaram da decomposição de resíduos de plantas acumuladas em áreas de má drenagem ou mesmo em corpos d'água rasos.

De acordo com as características e os processos verificados na sua formação, os areais podem ser encontrados: 1) em áreas recentemente afetadas pelos processos de intemperismo e por processos geomórficos, situadas nas encostas dos morros residuais; 2) nas depressões da paisagem, como sedimentos arenosos oriundos da erosão hídrica das encos-



tas, ocasionada pela baixa infiltração das águas nas cristas e escarpas com solos rasos e afloramentos rochosos; 3) pela remoção da cobertura vegetal decorrente do pastoreio excessivo e/ou cultivo agrícola (atividade antrópica), realizados em Areias Quartzosas distróficas e Latossolos Vermelho Escuros de textura média. Os processos verificados em 1 e 2 são naturais, apesar da possível intensificação pela atividade antrópica, que é responsável pelo processo ocorrente em 3. Trata-se de problemas localizados, que não podem ser generalizados para toda a região da Campanha do Rio Grande do Sul.

### Controle do processo erosivo

O conhecimento da origem do processo erosivo na região da Campanha é essencial para recomendar práticas para o seu controle.<sup>8</sup> Assim, a degradação das encostas com sedimentos e solos arenosos pode ser reduzida pela manutenção da cobertura vegetal nas mesmas e reposição desta cobertura nas áreas em que foi destruída. Com esta prática a erosão hídrica poderá ser contida, mas canais divergentes e escoadouros de água deverão ser construídos para evitar a formação de voçorocas. Tais áreas devem ser cercadas para evitar o pastoreio e pisoteio por animais, uma das causas da aceleração do processo erosivo.

Os solos arenosos – Areias Quartzosas, Latossolos Vermelho Escuro textura média e Podzólico Vermelho Escuro textura média/argila –, podem sofrer erosão eólica pela remoção da cobertura vegetal e exposição das areias à ação do vento e à erosão hídrica, pela redução de infiltração de água em áreas compactadas devido ao trânsito de animais ou máquinas e equipamentos agrícolas.

As áreas já afetadas pela erosão hídrica e/ou eólica devem também ser isoladas (cercadas) e a vegetação natural reposta ou florestada com espécies adaptadas às condições de instabilidade do solo, à baixa disponibilidade de elementos nutritivos e de água. O uso de cobertura morta para permitir o estabelecimento da vegetação é prática obrigatória nestas condições adversas e, nos casos mais severos de erosão eólica, a construção de quebraventos é essencial.

A utilização dos solos aptos para culturas, como os Latossolos Vermelho Escuro textura argilosa e Podzólico Vermelho Escuro textura argilosa e média/argilosa, deve ser processada através de práticas de manejo adequadas, como plantio direto, construção de terraços e canais escoadouros vegetados para remover o excesso de água por ocasião de chuvas torrenciais, subsolagens ocasionais para aumentar a infiltração de água, entre outras.

<sup>8</sup> KLAMT, E. Solos arenosos da região da Campanha do RS. In: Pereira, V. P. et al., ed. *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Jaboticabal, São Paulo: Soc. Bras. Ci. do Solo, 1994. p. 19-37.

<sup>9</sup> SOUTO, J. J. Experiência na região de Alegrete no RS. In: Pereira, V. P. et al., ed. *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Jaboticabal, São Paulo: Soc. Bras. Ci. do Solo, 1994. p. 169-179.

Egon Klamt e Paulo Schneider são professores do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

As experiências acumuladas pelo Departamento de Recursos Naturais Renováveis da Secretaria da Agricultura do RS<sup>9</sup> no que se refere à prática de cobertura com resíduos vegetais, construção de anteparos para minimizar o efeito dos ventos, estabelecimento da cobertura vegetal com espécies herbáceas e arbóreas adaptadas às condições adversas dos solos arenosos e areais, devem servir também como subsídio aos programas de contenção da erosão hídrica e eólica dos solos arenosos da região Sudoeste do Rio Grande do Sul.