

SEÇÃO VI - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

REVEGETAÇÃO COM PLANTAS DE COBERTURA EM SOLOS ARENIZADOS SOB EROÇÃO EÓLICA NO RIO GRANDE DO SUL⁽¹⁾

Ana Paula Moreira Rovedder⁽²⁾ & Flávio Luiz Foletto Eltz⁽³⁾

RESUMO

A degradação de solos muito arenosos, no sudoeste do Rio Grande do Sul, ocorre devido à perda da cobertura vegetal e compromete a manutenção das atividades agropecuárias e do ecossistema de pradarias, formando os chamados areais. Uma técnica de revegetação com espécies de cobertura, *Avena strigosa* Schieb. e *Lupinus albescens* H. et Arn., esta última uma espécie nativa do Bioma Pampa, foi desenvolvida com o objetivo de conter o transporte de partículas do solo pela erosão eólica. O experimento foi realizado em área de Neossolo Quartzarênico distrófico, de setembro a dezembro de 2001 e de janeiro a dezembro de 2002, em delineamento completamente casualizado e nove repetições, com parcelas de 10 x 15 m, estabelecidas em área degradada e em área degradada que recebeu revegetação com plantas de cobertura. Caixas de metal galvanizado de 0,5 x 0,5 m, em forma de base de pirâmide, foram enterradas no centro das parcelas, com abertura superior ao nível do solo, realizando-se a coleta da areia depositada nas caixas pelo vento a cada 15 dias, com uma amostra sendo retirada para determinação do teor de água. Em 2001, a quantidade de areia transportada foi de 365 t ha⁻¹ na área com plantas de cobertura e de 5.053 t ha⁻¹ na área degradada, expressando redução de 93 % no transporte de sedimentos. Já em 2002, 775 t ha⁻¹ de areia foram transportados na área degradada que recebeu plantas de cobertura, enquanto 11.080 t ha⁻¹ foram transportados na área degradada, também com redução de 93 % no transporte de sedimentos em função da cobertura do solo. Esses resultados indicam que a técnica de revegetação com plantas de cobertura pode ser usada para contenção de areais.

Termos de indexação: degradação, revegetação, transporte eólico de areia, recuperação de áreas degradadas.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em novembro de 2006 e aprovado em setembro de 2007.

⁽²⁾ Engenheira Florestal, Dra em Ciência do Solo, Professora da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS. CEP 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: aprovedder@mail.uergs.br

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos, UFSM. Bolsista do CNPq. E-mail: feltz@ccr.ufsm.br

SUMMARY: *REVEGETATION WITH COVER CROPS FOR SOILS UNDER ARENIZATION AND WIND EROSION IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL*

*The degradation of soils with high sand content, in the southwest of the state of Rio Grande do Sul, is due to the vegetal cover withdrawal, forming sandy areas called "areais", which pose a risk to animal husbandry and the prairie ecosystem. A technique of revegetation with cover crops such as *Avena strigosa* Schieb. and *Lupinus albescens* H. et Arn., was developed to reduce the soil particle movement by eolic erosion. The experiment was carried out on a Quartzipsament soil, from September to December 2001 and from January to December 2002, in a completely randomized design and nine replications, on a degraded area and on a degraded area under cover crops. Galvanized metal boxes of 0.5 x 0.5 m, in a pyramid base shape, were buried in the center of the plots, with the upper opening at the ground level. The sand volume deposited in the boxes by the wind was measured every fortnight, and the water content determined. In 2001, the amount of transported sand was 365 Mg ha⁻¹ from the area with cover crops and 5.053 Mg ha⁻¹ from the degraded area, expressing a reduction of 93 % in sand transport by eolic erosion. In 2002, 775 Mg ha⁻¹ of sand was transported from the area with cover crops, whereas 11080 Mg ha⁻¹ was moved from the degraded area, with the same reduction of 93 % in sediment transport due to soil covering. These results indicate that the technique of revegetation with cover plants may be used to detain the sand in degraded areas.*

Index terms: degradation, revegetation, eolic transport of sand, land reclamation.

INTRODUÇÃO

A região sudoeste do Rio Grande do Sul, na fronteira com a Argentina e o Uruguai, apresenta extensa faixa de solos arenosos suscetíveis à erosão, com locais severamente degradados. Esses solos apresentam reduzido conteúdo de argila e de matéria orgânica, baixos níveis de fertilidade e baixo grau de agregação – características relacionadas ao material geológico e aos processos de evolução das superfícies geomórficas e de retrabalhamento de sedimentos (Klamt, 1994). Os ecossistemas de pradarias mistas que se encontram sobre essas formações, situadas em ambiente subtropical muito úmido, constituem-se em um dos tecidos geocológicos mais frágeis do País. Além da fragilidade devida à litologia, existem fatores da estrutura superficial da paisagem que aumentam o risco dos processos de erosão eólica em setores específicos do espaço regional, justamente onde podem surgir os núcleos de arenização (Ab'Saber, 1995).

Os processos degradativos mais frequentes resultam em voçorocas e núcleos de arenização. Estes últimos são conhecidos regionalmente como "areais" e se encontram em constante movimento de expansão, impulsionados pela erosão eólica. O termo arenização foi sugerido por Suertegaray (1987) para definir o processo de perda da cobertura vegetal e formação dos areais. Este termo é válido, principalmente, para diferenciar esse fenômeno do processo de desertificação, relacionando-o com clima úmido, em que a diminuição do potencial biológico não ocasiona condições desérticas (Suertegaray, 1998).

O fator preponderante que propicia o estabelecimento dos processos de degradação é a perda da cobertura vegetal, expondo o material arenoso à incidência dos agentes erosivos. Um dos principais agentes da arenização é a erosão eólica, cujo efeito destrutivo é proporcional à velocidade dos ventos e à redução da cobertura vegetal (Souto, 1984), tendo sua capacidade erosiva potencializada pela própria fragilidade e incapacidade de resistência dos sítios de arenização (Ab'Saber, 1995).

Por se tratar de componente essencial à estabilidade do ecossistema campestre da Campanha Gaúcha, a manutenção da vegetação deve ser priorizada em qualquer atividade antrópica a se estabelecer na região. Para isso, o uso de práticas conservacionistas ou recuperadoras, muitas das quais de simples aplicação, deve ser priorizado no manejo desses solos. Entre elas, a revegetação assume grande importância, sobretudo quando já detectados núcleos de degradação.

Na busca de alternativas para contenção do processo de arenização e recuperação das áreas arenizadas, desenvolveu-se um método de revegetação com culturas de cobertura. As espécies utilizadas foram a aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb.) e um trevoço nativo da região do estudo, o *Lupinus albescens* H. et Arn. O objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial da revegetação com culturas de cobertura para diminuir o transporte eólico de partículas do solo exposto pela arenização, caracterizando uma etapa inicial no processo de recuperação das áreas arenizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A região de ocorrência dos areais compreende todo o sudoeste do Rio Grande do Sul, entre as latitudes de 29° 00' S e 31° 00' S e entre as longitudes de 54° 30' W e 58° 45' W, fazendo parte da região fisiográfica da Campanha Gaúcha. Na classificação por biomas brasileiros, a região está inserida no Bioma Pampa, o qual abrange 176.496 km², o que corresponde a 63 % da área do estado e 2,07 % do território nacional (IBGE, 2004).

Müller Filho (1970) classifica a região como pertencente à unidade geomorfológica da Cuesta do Haedo, integrando-a à província arenítico-basáltica, com disposição em seqüências litológicas e reduzida espessura de basalto. Entre as classes de solo que ocorrem na região, o surgimento dos areais é mais freqüente sobre Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006). O clima é classificado por Köppen como Cfa, subtropical úmido, sem estação seca e com temperaturas médias variando de 14,3 °C no inverno a 26,3 °C no verão, com média de precipitações anuais em torno ou superior a 1.400 mm (Suertegaray, 1998). A região apresenta ventos com velocidades mais amenas no período de outono-inverno, intensificando-se no período primavera-verão (Souto, 1984; Suertegaray, 1998).

O processo de arenização no local do estudo iniciou-se há aproximadamente 15 anos, decorrente de intenso pisoteio do gado, sem nunca ter havido cultivos agrícolas. O areal possui aproximadamente 10 ha, medidos com auxílio do sistema de posicionamento global (GPS). Antes do experimento não havia sido testado nenhum tipo de revegetação ou isolamento da passagem do gado. O solo do local é classificado como Neossolo Quartzarênico distrófico (Embrapa, 2006).

As parcelas experimentais, de 10 x 25 m, foram estabelecidas sobre o areal. Definiram-se como tratamentos área degradada (AD) e área degradada revegetada com plantas de cobertura (AD + PC). Nas parcelas sorteadas para o tratamento AD + PC foi realizado o plantio das plantas de cobertura. No solo da área experimental a vegetação natural foi

totalmente exterminada pela arenização, ficando completamente exposto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove repetições por tratamento. Os efeitos dos tratamentos foram analisados estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %. No quadro 1 são apresentados os resultados da análise química do solo, conforme método proposto por Tedesco et al. (1995). A análise granulométrica demonstrou que o solo da área experimental apresenta 2,1 % de argila, 0,1 % de silte e 97,8 % de areia sobre a área degradada.

No ano de 2001, como planta de cobertura, foi semeada aveia-preta com densidade de semeadura de 70 kg ha⁻¹, em espaçamento de 17 cm entre linhas. A adubação foi realizada de acordo com a análise química do solo (Quadro 1), com 50 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. O calcário utilizado foi o dolomítico do tipo Filler, na quantidade de 500 kg ha⁻¹, aplicado a lanço. A cultura completou seu ciclo no final de outubro de 2001.

Já em 2002, foi testado um consórcio entre aveia-preta e um tremoço nativo nas parcelas do tratamento AD + PC, mantendo a condição de solo revegetado iniciada em 2001. A semeadura da aveia foi realizada a lanço, com densidade de semeadura de 80 kg ha⁻¹. Já para o tremoço, a semeadura foi realizada com espaçamento de aproximadamente 50 cm entre linhas e entre plantas na linha. Com o objetivo de não inibir a nodulação do tremoço, não foi realizada adubação nitrogenada. Adubou-se com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 120 kg ha⁻¹ de K₂O e 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico Filler, aplicados a lanço.

Para avaliação da movimentação de areia por transporte eólico, foram construídas caixas de metal galvanizado na forma de uma base de pirâmide, com dimensões de 0,50 x 0,50 m em sua base, 0,10 m de altura nas laterais e 0,40 x 0,40 m em sua abertura, colocadas no centro da parcela. A abertura das caixas ficou localizada ao nível do solo, permitindo a interceptação da areia movimentada pelos ventos. Os ângulos internos formados pelas inclinações laterais da caixa não permitem que a areia já depositada saia do recipiente. No presente trabalho, considerou-se o

Quadro 1. Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico distrófico na área do experimento, nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm. Santa Maria, 2003

Profundidade	MO	P	K ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	pH H ₂ O	Índice SMP	CTC		V	m
										Efetiva	pH 7,0		
cm	%	mg L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³							— cmol _c dm ⁻³ —	— % —		
0-5	0,40	5,56	0,005	0,36	0,10	0,10	1,80	4,80	6,70	0,56	2,00	10,00	63,00
5-10	0,36	2,00	0,0007	0,13	0,10	0,10	2,86	4,80	6,70	0,33	2,10	11,60	59,00

conceito de movimento de areia e não o de perda, pelo fato de que no areal a areia movimenta-se ora para um lado, ora para outro, em função da direção do vento. A caixa de coleta, enterrada ao nível do solo, atua como uma armadilha para os grãos de areia, interceptando esse movimento.

A coleta do conteúdo depositado era realizada a cada 15 dias, quando a caixa era limpa e seu conteúdo pesado. Uma amostra do solo de cada caixa era coletada em *snap-caps*, sendo elas pesadas e secas a 105 °C para determinação do teor de água, a fim de corrigir os pesos dos conteúdos das caixas para peso seco, sendo os dados transformados em $t\ ha^{-1}$. A movimentação de areia pelos agentes erosivos foi observada durante os meses de setembro a dezembro de 2001 e de janeiro a dezembro de 2002, excetuando-se o mês de abril. Totalizaram-se, portanto, 11 meses de observações neste último ano. Dados da precipitação pluvial no local do estudo foram obtidos com o auxílio de um pluviômetro, durante as duas etapas da pesquisa. Dados de velocidade do vento para Quaraí são do Banco de Dados Meteorológicos da Fundação de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) do Rio Grande do Sul, a mais próxima existente e distante cerca de 130 km em linha reta da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação mensal de transporte de areia (Figura 1) foi considerada a quantidade média de areia transportada nas parcelas de área degradada (AD) e de área degradada com plantas de cobertura (AD + PC).

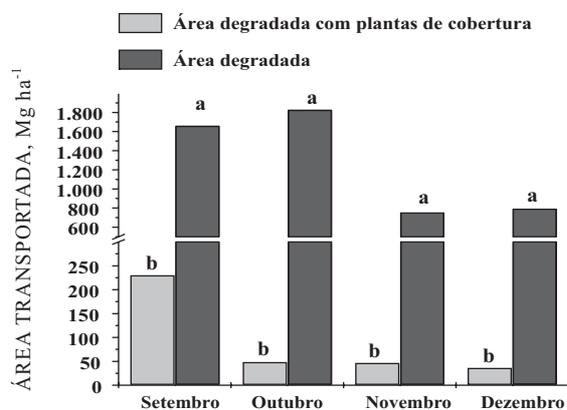


Figura 1. Quantidade de areia transportada nos meses de setembro a dezembro de 2001, na área degradada e na área degradada com plantas de cobertura. Colunas do mesmo mês seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %.

Durante o período de setembro a dezembro de 2001, o mês de outubro apresentou a maior movimentação de areia na área degradada, com um total de $1.831\ t\ ha^{-1}$. Já na área degradada com plantas de cobertura, setembro apresentou a maior movimentação de areia ($231,2\ t\ ha^{-1}$), enquanto nos meses de outubro, novembro e dezembro essa movimentação foi de 49,5, 47,6 e $37\ t\ ha^{-1}$, respectivamente. A acentuada redução na movimentação das partículas do solo nestes últimos meses está relacionada ao crescimento da aveia-preta, que completou seu ciclo em outubro de 2001, acamando sobre as parcelas, o que proporcionou cobertura mais uniforme do solo.

Como ocorreu em 2001, em 2002, outubro foi o mês que apresentou o maior transporte de areia sobre a área degradada: $1.720\ t\ ha^{-1}$ (Figura 2). Julho apresentou o menor volume de areia transportada, com $39\ t\ ha^{-1}$ em AD e $18\ t\ ha^{-1}$ em AD + PC.

Os resultados obtidos para o transporte de areia durante 2001 e 2002 apresentam-se em concordância com os relatos sobre a velocidade dos ventos na região, confirmando o período que vai de agosto a dezembro como o de maior erosão eólica e, portanto, de expansão dos areais (Souto, 1984; Suertegaray, 1995, 1998; Medeiros et al., 1995). Nota-se que nos dois períodos de observação os meses de setembro e outubro apresentam maior movimentação de partículas nos tratamentos área degradada e área degradada com plantas de cobertura, em relação aos demais meses do ano. Em estudo pioneiro na tentativa de controle da arenização, Souto (1984) apresenta dados da Estação Experimental Agropecuária de Mercedes, na Argentina, que confirmam o período correspondente à primavera-verão como o de ventos com maior velocidade média, alcançando $11\ km\ h^{-1}$. Em levantamento realizado por essa estação, para o período de 1969 a 1978, o mês de outubro apresentou a maior velocidade média de ventos na região ($11,1\ km\ h^{-1}$), e o mês de abril, a menor velocidade média ($7,7\ km\ h^{-1}$).

Na figura 3 estão apresentados os valores totais de movimentação de areia em 2001 e 2002. De setembro a dezembro de 2001, a quantidade de areia transportada foi de $5.053\ t\ ha^{-1}$ em AD e de $365\ t\ ha^{-1}$ em AD + PC, correspondendo a uma quantidade média mensal de 1.263 e $91\ t\ ha^{-1}$, respectivamente, com diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. A redução na movimentação de areia, proporcionada pela revegetação com plantas de cobertura, foi de 93 %. Em 2002, excluindo-se o mês de abril, a quantidade total de areia transportada foi de $11.080\ t\ ha^{-1}$ em AD e de $775\ t\ ha^{-1}$ em AD + PC, correspondendo a uma quantidade média de areia movimentada de 1.007 e $70\ t\ ha^{-1}$ nas duas situações, respectivamente, com diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Essa diferença também representou redução de 93 % na movimentação de areia.

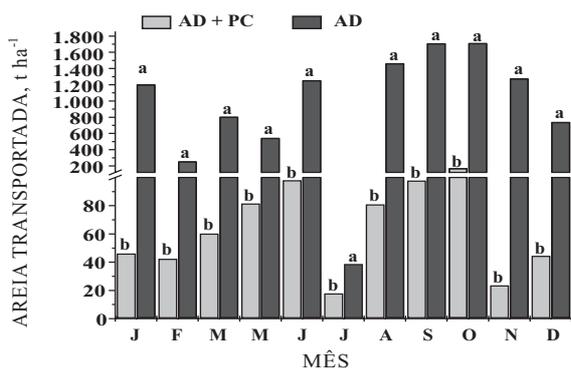


Figura 2. Quantidade de areia transportada nos meses de janeiro a dezembro de 2002 (excetuando-se o mês de abril) na área degradada e na área degradada com plantas de cobertura. Colunas do mesmo mês seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %.

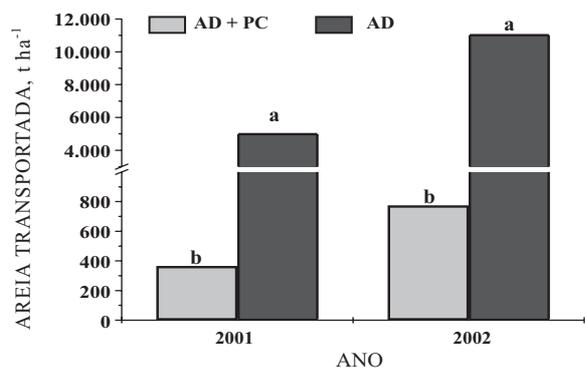


Figura 3. Quantidade total de areia transportada em 2001 e 2002, na área degradada com plantas de cobertura (AD + PC) e na área degradada (AD). Colunas do mesmo ano seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %.

Outro fator de influência no fenômeno da arenização é o teor de água do solo. Com os dados pluviométricos obtidos, comparou-se a precipitação pluvial com o volume de solo movimentado nos meses de estudo. Em 2001, setembro apresentou o maior volume de precipitação, 265 mm (Figura 4), sendo o segundo mês com maior movimentação de areia sobre a área degradada (1.122 t ha⁻¹) e o primeiro com maior movimentação na área degradada com plantas de cobertura (231,25 t ha⁻¹).

Já no ano de 2002, o mês de outubro – que teve a maior quantidade de areia transportada tanto em AD quanto em AD + PC – apresentou também a maior precipitação mensal do ano, com 593 mm (Figura 5). Esses resultados demonstram que elevadas precipitações, aliadas ao período de maior intensidade de ventos na região (agosto a dezembro, Figura 6),

favoreceram o transporte de partículas no local do estudo, demonstrando que esse cenário é favorável à expansão dos areais na região. Esse efeito é acentuado pela incidência das fortes rajadas de vento que antecedem o início das precipitações na região. Existem relatos da ocorrência de rajadas de vento de até 150 km h⁻¹ durante o período de primavera-verão no sudoeste do Rio Grande do Sul (Souto, 1984). Dados de precipitação locais mostram, também, que 2002 foi o ano de maior precipitação, no período de 1968 a 2005.

Por outro lado, a ocorrência de maior precipitação pluvial durante os meses de menor intensidade de ventos na região (período de outono-inverno) esteve relacionada à menor movimentação da areia, o que pode ser observado durante o mês de julho de 2002, quando a precipitação total foi de 454 mm, sendo ultrapassada apenas no mês de outubro (Figura 5). Mesmo assim, essa relação não é tão constante quanto a encontrada entre o período de maior intensidade de ventos e a maior movimentação de areia.

Comparando a quantidade de areia transportada durante o período de setembro a dezembro de 2001 à quantidade de areia transportada durante o mesmo período de 2002 na área degradada, nota-se aumento

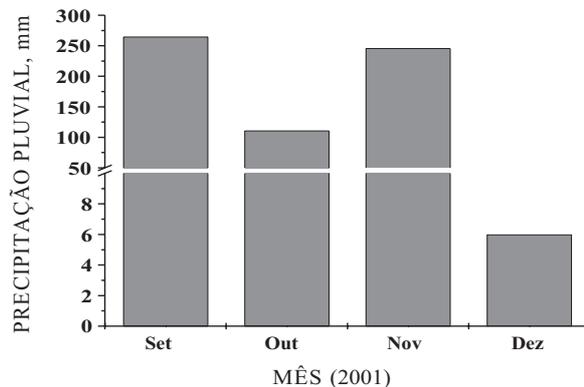


Figura 4. Volume de precipitação no local do estudo, de setembro a dezembro de 2001.

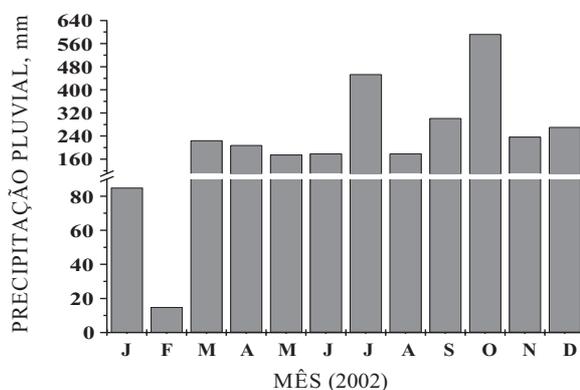


Figura 5. Volume de precipitação pluvial no local do estudo, de janeiro a dezembro de 2002.

no volume de areia transportada sobre a área degradada (Figuras 1 e 2) e na precipitação pluvial do primeiro para o segundo período (Figuras 4 e 5). Em Quaraí, situada na mesma região fisiográfica, o período de primavera-verão também apresenta velocidade média do vento maior (Figura 6).

A precipitação total nesse período em 2001 foi de 628 mm, enquanto em 2002 foi de 1.404 mm, 55 % a mais no volume de chuvas e 7,62 % a mais de transporte de areia do que no primeiro ano.

Em relação à área degradada com plantas de cobertura, considerando ainda somente o período de setembro a dezembro, nota-se redução de 5,4 % na movimentação de areia de 2001 (365 t ha⁻¹) para 2002 (345,42 t ha⁻¹). Essa redução pode ter sido influenciada pelo fato de as parcelas já terem recebido a cobertura de aveia-preta no primeiro ano do estudo, demonstrando efeito cumulativo da cobertura na redução de transporte de areia. A influência da cobertura do solo pela revegetação pode ser observada ainda ao comparar os resultados obtidos no mês de setembro de 2001, quando a aveia ainda não havia completado seu ciclo, com os obtidos nos meses de outubro, novembro e dezembro desse mesmo ano. Nota-se que houve redução na movimentação de areia de 78,5 % de setembro para outubro, de 79,4 % de setembro para novembro e de 84 % de setembro para dezembro.

Com base nos resultados encontrados e em relatos anteriores sobre a dinâmica dos ventos na região, observa-se que a intensidade destes seria um dos principais fatores determinantes da intensificação do processo de arenização. Já a relação entre a precipitação pluvial e a movimentação de areia não foi tão regular, variando muito dentro do período de menor intensidade de ventos (janeiro a julho), estando, porém, mais regularmente relacionada com grandes movimentações de areia durante o período de intensificação da atividade eólica (agosto a dezembro). Isso demonstra a intensificação do potencial de arenização pela

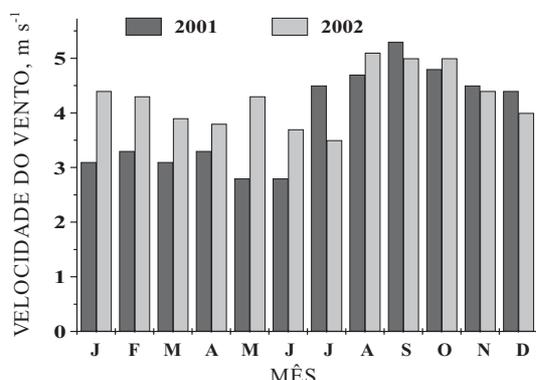


Figura 6. Velocidade média mensal do vento durante os anos de 2001 e 2002, em Quaraí (RS).

interação entre atividade eólica e elevada precipitação pluvial. Enquanto nos morros de arenito silicificado da região a precipitação tem importante papel na movimentação de sedimentos em sentido descendente, formando depósitos nas bases, em areais situados em relevo plano, como o do local de estudo, o principal agente erosivo detectado foi o vento, aliado à perda da cobertura vegetal pelo pisoteio do gado. O fato de as culturas de cobertura terem proporcionado redução na movimentação do solo na ordem de 93 %, tanto em 2001 quanto em 2002, concorda com estudos que demonstram expressiva redução na perda de solo por erosão com a manutenção de cobertura vegetal viva ou morta, comparativamente ao solo exposto (Lopes et al., 1987; Bertol et al., 1989; Levien et al., 1990; Morote et al., 1990; Bragagnolo & Mielniczuk, 1990; Luchesi et al., 1992; Pott et al., 1998; Resende & Kondo, 2001).

CONCLUSÕES

1. Os cultivos de cobertura aveia-preta e aveia-preta + tremoço nativo apresentaram elevada eficiência (93 %) na redução do transporte de areia, podendo a técnica de revegetação com essas plantas ser utilizada para conter a expansão dos areais.
2. A eficiência das plantas de cobertura para reduzir o transporte de areia aumentou com a sucessão de dois períodos de cultivo, mostrando efeito cumulativo da técnica de revegetação, considerando o período de maior incidência de ventos.
3. No período de maior intensidade de ventos (primavera-verão), houve maior movimentação de areia.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Maronna e Embrapa Clima Temperado, pela parceria neste trabalho, e ao Engenheiro-Agrônomo Luciano Dorneles, pela cessão da área de estudo.

LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A.N. A revanche dos ventos. Derruição dos solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. R. Ci. Amb., 11:7-31, 1995.
- BERTOL, I.; COGO, N. & LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. R. Bras. Ci. Solo, 13:373-379, 1989.
- BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. R. Bras. Ci. Solo, 14:81-84, 1990.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2006. 306p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE. 2004. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acessado em 25 de março de 2006.
- KLAMT, E. Solos arenosos da região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal, 1994. p.19-37.
- LEVIEN, R.; COGO, N.P. & ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 14:73-80, 1990.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Eficácia relativa do tipo e qualidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. R. Bras. Ci. Solo, 11:71-75, 1987.
- LUCHESE, L.A.C.; MORAES, A.; SANTOS, H.R. & SOUZA, M.L.P. Pastagens: Um sistema de produção para a reabilitação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Curitiba, 1992. Anais. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1992. p.83-92.
- MEDEIROS, E.; ROBAINA, L.E. & CABRAL, I.L.L. Degradação ambiental na região sudoeste do Rio Grande do Sul. R. Ci. Amb., 11:53-64, 1995.
- MOROTE, C.G.B.; VIDOR, C. & MENDES, N.G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. R. Bras. Ci. Solo, 14:81-84, 1990.
- MULLER FILHO, I.L. Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1970. p.1-37.
- POTT, C.A.; AMADO, T.J.C.; BRUM, A.C.R. & ELTZ, F.L.F. Eficiência do sistema plantio direto no controle da erosão em períodos de elevada precipitação. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Santa Maria, 1998. Resumos expandidos. Santa Maria, 1998. p.239-242.
- RESENDE, A.V. & KONDO, M.K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. R. Inf. Agropec., 22:46-56, 2001.
- SOUTO, J.J. Deserto, uma ameaça? Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1984. 169p.
- SUERTEGARAY, D.M.A. A trajetória da natureza: um estudo geomorfológico sobre as areias de Quaraí, RS. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1987. 243p. (Tese de Doutorado)
- SUERTEGARAY, D.M.A. Deserto grande do sul: controvérsia. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 130p.
- SUERTEGARAY, D.M.A. O Rio Grande do Sul descobre os seus desertos. R. Ci. Amb., 11:33-52, 1995.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.