

DINÂMICA DE PROCESSOS EROSIVOS/DEPOSICIONAIS E MICROFORMAS DE RELEVO NO INTERIOR DOS AREAIS, SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Roberto Verdum¹, Vagner Garcez Soares²

RESUMO

A região de estudo denomina-se Cuesta do Haedo no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. É caracterizada pelas litologias da Formação Guará, Botucatu e Serra Geral, que capeia o reverso da cuesta. Nestas áreas ocorre o afloramento da formação Botucatu e Guará, as chamadas “janelas de Botucatu”, onde ocorrem muitos dos areais. Os solos associados a estas litologias são suscetíveis à erosão, pois a sua constituição tem reduzido conteúdo de silte e argila, assim como de matéria orgânica, apresentando baixos níveis de fertilidade e agregados, contribuindo para o retrabalhamento dos sedimentos. Este trabalho propõe-se a identificar processos erosivos/deposicionais e as microformas resultantes, definindo e cartografando o perímetro dos areais – um de rampa e um de colina – para a detecção das frentes de expansão/retração. Além disso, procura-se identificar as formas de acumulação e as vias de transporte dos sedimentos associando com as formas da vertente a montante. Considera-se fundamental nessa dinâmica o regime pluvial na região, isto é, com boa média de chuvas mensais (em torno de 100 mm) e anuais (1.200 mm), mas com episódios de chuvas concentradas (até 160 mm/dia). O produto final do trabalho busca estabelecer um quadro síntese, onde estão os registros das principais dinâmicas que desencadeiam a formação dos areais e a sua ampliação/redução, assim como as respectivas microformas que existem neles.

Palavras-chave: Cuesta do Haedo – areais – erosão – microformas - arenização

ABSTRACT

The studied area is called Cuesta do Haedo, situated in Rio Grande do Sul state, Brazil. It is characterized by the litotypes of the Guará, Botucatu and Serra Geral Formations, that covers the cuesta's reverse. In this area there are outcrops of the Botucatu and Guará Formations, called “Botucatu windows”, which are places of many of the sand deposits. The soils associated to these litotypes are liable to the erosion, because they are poor in silt, clays and organic matter and show low fertility and aggregation levels which contribute to the sediments rework. The aim of this study is to identify the erosive/depositional processes and the resulting micro relief, establishing and mapping the two sandization areas in order to detect the expansion/retraction fronts. It is also an objective, to identify the accumulation forms and the transport ways of the sediments relating them to the upward slopes. The pluvial regime of the region, with 100mm/month and 1.200mm/year, and with concentrated periods of rains (160mm/day) is considered a fundamental parameter in this dynamics. The end product of this study is a general portrait summarizing the main dynamics that cause the sand deposits formation and their expansion/reduction, and also the micro reliefs originated.

Key-words: Cuesta do Haedo – sand deposits – erosion – micro reliefs - sandization

INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul desde os anos de 1970 instaurou-se o debate e o interesse sobre a existência de *desertos* e da *desertificação* como paisagem e processo associados à degradação dos campos da região sudoeste do Estado. O Departamento de

¹ (Professor Dr - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Brasil)
verdum@ufrgs.br;

² (graduando bolsista CNPq - UFRGS) vagnergs.net@hotmail.com

Geografia, IG/UFRGS vem desenvolvendo pesquisas relativas a essa temática da desertificação, mais especificamente sobre a sua relação ou não com o processo observado no Pampa gaúcho denominado de *arenização* (SUERTEGARAY, 1987).

Neste sentido, tem-se estudado a gênese dos *areais*, a dinâmica de ablação e as formas associadas, sendo realizado o mapeamento e cálculo da evolução dos *areais*, como também a análise temporal do uso do solo. Inicialmente, é importante desassociar da interpretação da formação dos areais os conceitos de deserto e desertificação. Na primeira etapa deste estudo se realizou um levantamento bibliográfico que proporcionou uma base teórica para o entendimento do contexto em que se encontram estas áreas, buscando o conhecimento histórico do uso e ocupação do solo nas áreas de ocorrência dos areais. A segunda etapa consistiu na delimitação das áreas de estudo, observação e registro em campo. Nesta etapa tornou-se possível reconhecer as dinâmicas: hídrica e eólica que atuam nos areais, através da visualização *in loco*.

Em cada areal foi desenvolvido um trabalho voltado para a observação das microformas de relevo. Para isto, percorremos a área a partir da montante, onde ocorrem os primeiros processos erosivos, fizeram-se as anotações, croquis e registros fotográficos, passando pelo areal e chegando a área de contato com a vegetação herbácea, na porção mais baixa deste, a jusante.

Como resultado é reconhecido que a aplicação do método possibilitou estabelecer algumas diferenças entre o areal de rampa (**cerro da Esquina**) ancorada em vertente rochosa de relevo tabular e o de colina situado na média vertente de menor inclinação (**cerro da Divisa**), conhecendo as principais dinâmicas locais. Foi possível identificar os processos erosivos-deposicionais e as microformas resultantes, através de registros fotográficos, para posterior interpretação. O produto final do trabalho estabelece dois quadros sínteses, onde estão os registros das principais dinâmicas que desencadeiam a formação de areais e a sua ampliação, e as respectivas microformas que existem nos dois areais observados. A elaboração destes quadros está fundamentada nos registros feitos em campo e na sua interpretação. Além disso, se elaborou os croquis de cada areal, destacando-se os principais processos e as formas associadas ao longo de cada perfil.

MATERIAL E MÉTODOS

Num primeiro momento, entre 2006 e 2007, foram realizados experimentos sobre a dinâmica hídrica-eólica dos sedimentos para detectarmos sua expansão ou retração nos areais. Em 2008, foram feitas duas campanhas – janeiro e maio – para se verificar, dentro da expansão do areal, as áreas com maior potencial erosivo.

Em 2009 foram feitas duas avaliações – em 2010 mais uma – do perímetro do areal denominado cerro da Esquina, em São Francisco de Assis/RS, com a intenção de se avaliar a

dinâmica de expansão-retração desse areal ao longo das variações sazonais. Neste período foram coletadas amostras de sedimentos ao longo do areal, de montante a jusante, para análise sedimentológica do material que está sendo transportado pelos agentes hídrico e eólico. Estes estudos estão em fase de sistematização dos dados.

Associou-se a esta análise, também, a influência das chuvas concentradas e o aumento da vazão dos cursos d'água, seja pela chuva em si ou pelo aumento do nível do lençol freático bastante superficial.

Nas campanhas 2006/2007 foram feitas cinco medições da dinâmica hídrica - eólica nos dois cerros: da Divisa, em Alegrete e da Esquina, em São Francisco de Assis. Foram instaladas balizas no interior e nas bordas dos areais para se estabelecer uma relação entre direções principais de vento e o transporte de sedimentos, segundo o método desenvolvido por Sanchis, 2005. As balizas eram medidas a partir da ponta exposta, a qual era medida a sua altura em relação ao solo para se ver a movimentação dos sedimentos naquele setor, sendo assim, quanto menor for a altura da baliza, maior será a acumulação do material. Foram realizadas cinco medições em julho/2006, outubro/2006, janeiro/2007, abril/2007 e out/2007, em dois areais:

- a) areal do Cerro da Divisa (Alegrete): neste foram propostos dois experimentos; o experimento A (com três balizas – posição SE-NW) e o experimento B (com três balizas – posição S-N), **Figura 1**;
- b) areal do Cerro da Esquina (São Francisco de Assis): neste foram propostos três experimentos; o experimento C (com três balizas – na extremidade sul do areal); o experimento D (com três balizas – no interior do areal, na sua porção sul) e o experimento E (com sete balizas – na rampa voltada para W), **Figura 2**.

No experimento C (São Francisco de Assis), além da acumulação/deflação dos sedimentos, foi verificado também o avanço/recuo horizontal do areal, **Figura 2**.

A segunda etapa consistiu na delimitação das áreas de estudo, observação e registro em campo. Nesta etapa tornou-se possível reconhecer as dinâmicas: hídrica e eólica que atuam nos areais, através da visualização *in loco*. Em cada areal foi desenvolvido um trabalho voltado para a observação das microformas de relevo. Para isto, percorremos a área a partir da montante, onde ocorrem os primeiros processos erosivos, fizeram-se as anotações, os croquis e os registros fotográficos, passando pelo areal e chegando a área de contato com a vegetação herbácea na borda dele, na porção mais baixa deste, a jusante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Areal do Cerro da Divisa (Alegrete) experimento A e B

Ao final das medições, os experimentos A e B, no Cerro da Divisa (Alegrete), indicaram uma movimentação dos sedimentos a jusante no sentido SE-NW, para onde apontam

os principais ventos (de SE). A estaca Hb2, ponto comum nos dois experimentos A e B, localizada em um topo de duna que está mais exposta à ação eólica. Na imagem de satélite (Digital Globe – Google, 2006), *figura 1*, também é possível perceber que na porção N do areal, a deposição dos sedimentos se encontra mais difusa, o que indica estar o areal em expansão neste sentido, enquanto a sua porção S é mais expressiva a deposição de material, com as bordas mais bem definidas, para onde o areal não se expande mais.

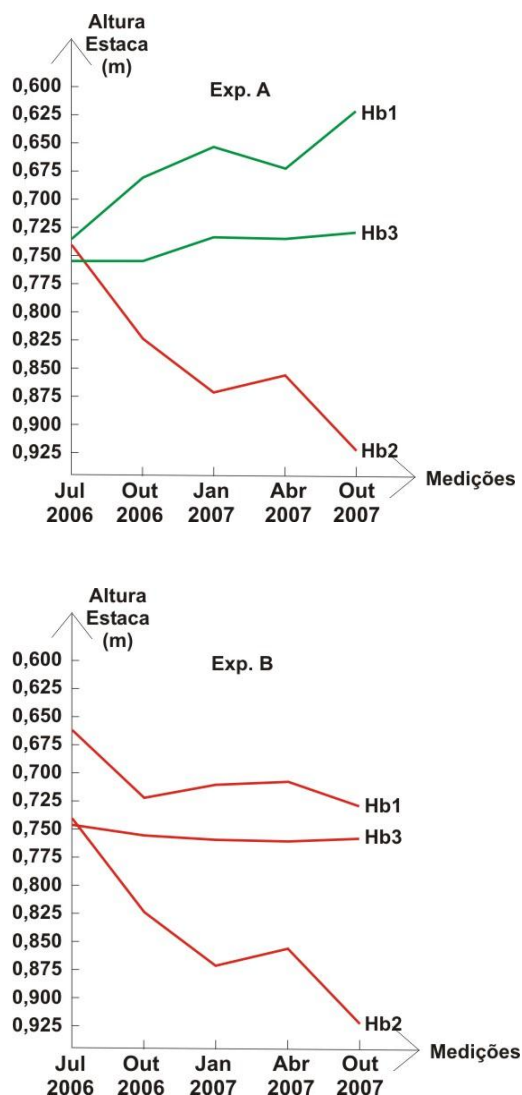


Figura - 1 Areal do Cerro da Divisa (Alegrete) experimento A e B

No experimento A (SE-NW) a baliza Hb1 registrou acumulação de sedimentos por estar num local de depressão, propício a receber material. A estaca Hb3, também registrada com acumulação de sedimentos, está em um local favorável à acumulação por ação eólica.

No experimento B (S-N) todas as balizas apresentaram perda de sedimentos e isso, juntamente com o resultado de acumulação da baliza Hb3 do experimento A, evidenciam a movimentação dos sedimentos no sentido NW, onde se encontra o outro extremo do areal.

Areal do Cerro da Esquina (SF de Assis) experimento C, D e E

No experimento C as balizas foram colocadas na borda S do areal, no sentido do vento predominante e para onde se supunha que o areal estivesse se expandindo, por visualização da imagem de alta resolução (Digital Globe – Google, 2006). Todos os resultados apontaram para uma acumulação de sedimentos, destacando-se um comportamento de sedimentação semelhante, registrado graficamente, **figura 2**. No sentido E-W, a jusante da colina, a estaca Hb1, mais a leste, apresentou a maior acumulação e a Hb3, mais a oeste, a menor.

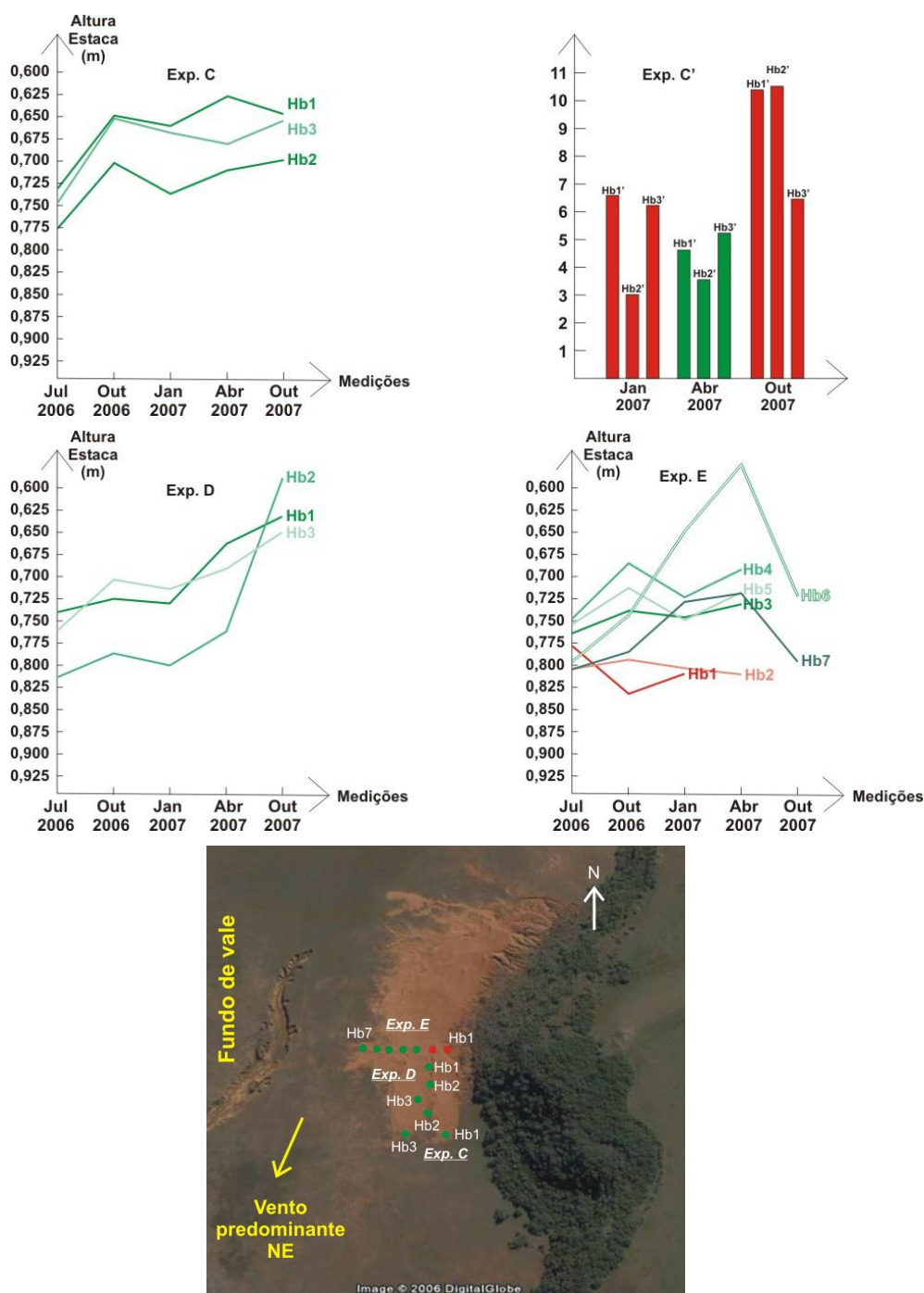


Figura2 - Areal do Cerro da Esquina (SF de Assis) experimento C, D e E

No experimento C' verificou-se o recuo e a expansão do areal. A medida era realizada tendo como ponto inicial de referência as balizas do experimento C. A primeira verificação, anotada no campo em janeiro/2007, registrou um avanço do areal e as duas seguintes, em abril e outubro/2007, registraram um recuo e um avanço, respectivamente, *figura 2*.

Verificou-se, em campo, um aumento perceptível da vegetação herbácea, que teve uma maior facilidade de se estabelecer nos sedimentos e de conter o avanço do areal. Nesse período de recuo, abril/2007, caracterizado por ser um período de maior umidade (VERDUM, 1997), o espalhamento do material pela ação eólica passou a ser dificultado, pois os grãos dos sedimentos estão mais agregados. No entanto, observa-se também que, já em épocas de chuvas torrenciais, apesar de o fator umidade favorecer a expansão da vegetação e funcionar com agente de agregação dos sedimentos, é grande o deslocamento de material, sendo registrado um avanço do areal, *figura 2*.

No experimento D as balizas foram dispostas no sentido NE-SW, estando a Hb1 localizada em um topo de duna e sendo a Hb2 a que registrou as maiores acumulações. Em todas as medições – com exceção da medição em janeiro/2007 - houve acumulação de sedimentos, o que evidencia uma área para onde o material está se deslocando. Mesmo na medida em que foi registrada a perda de sedimentos, esta não foi tão significativa, sendo que, o somatório de todas as medidas realizadas revelou a maior acumulação de material, em comparação aos outros cinco experimentos, *figura 2*.

O experimento E teve sete balizas organizadas no sentido E-W a jusante da rampa, em direção ao fundo de vale, para se medir o transporte dos sedimentos, principalmente, pelo escoamento hídrico em conjunção com a deflação. Nas duas últimas medições – abril e outubro de 2007 – tivemos arrancadas algumas balizas, sendo uma em abril e outras cinco em outubro. A baliza Hb1, no topo da rampa, apresentou a maior perda de sedimentos, seguida da Hb2, sendo as duas únicas que tiveram perdas no somatório final das medidas. As demais apresentaram acumulação, tendo a Hb6 o maior registro e a Hb7, na borda oeste do areal, o menor. É pertinente observar na imagem de satélite (Digital Globe – Google, 2006) que este é o extremo oeste do areal, sendo percebido um leque de ramificações dos sedimentos, o que, juntamente com os resultados, nos permite fazer uma leitura da expansão do areal, também neste sentido, *figura 2*.

Como resultado da segunda etapa é reconhecido que a aplicação do método possibilitou estabelecer algumas diferenças entre o areal de rampa (**cerro da Esquina**) ancorada em vertente rochosa de relevo tabular e o de colina situado na média vertente de menor inclinação (**cerro da Divisa**), conhecendo as principais dinâmicas locais.

Foi possível identificar os processos erosivos-depositivos e as microformas resultantes, através de registros fotográficos, para posterior interpretação. O produto final do

trabalho estabelece dois croquis, onde estão os registros das principais dinâmicas que desencadeiam a formação de areais e a sua ampliação, e as respectivas microformas que existem nos dois areais observados. A elaboração desses croquis está fundamentada nos registros feitos em campo e na sua interpretação, **figuras 3 e 4, Tabela 1 e 2.**

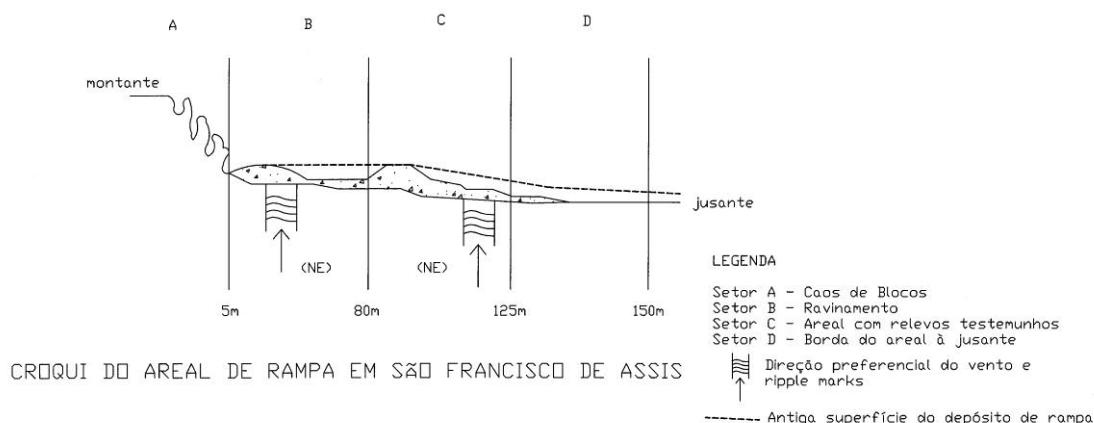


Figura 3 - Croqui do areal de rampa em São Francisco de Assis – RS

Tabela 1. Unidades geomorfológicas do areal de rampa em São Francisco de Assis

Topo Base	Dinâmica hídrica	Formas	Dinâmica eólica	Formas
Setor A Encosta c/ caos de blocos	-escoamento difuso e concentrado	-canais difusos -canais concentrados (sulcos)	imperceptível	imperceptível
Setor B Ravinamento 5m	-escoamento laminar -escoamento concentrado	-lençol de grânulos -demoiselles -ravinas	imperceptível	imperceptível
10m	-junção de escoamentos concentrados	-lâminas areno-argilosas -ravinas	imperceptível	imperceptível
16m	-escoamento laminar e concentrado	-relevo testemunho do depósito de rampa -ravinas -lâminas areno-argilosas nas depressões	imperceptível	imperceptível
23m	-escoamento laminar e concentrado	-relevo testemunho do depósito de rampa -ravinas	imperceptível	imperceptível
29m a 31m	-escoamento laminar e concentrado	-depósitos arenosos -ravinas	deslocamento por rastejo e deposição por queda livre -direção preferencial do vento N35°E/ N58°W	<i>ripple marks</i>
42m	-canais de escoamento	-relevo testemunho	-deposição por	<i>ripple marks</i>

	laminar e concentrado	-ravinas - depósitos arenosos	cavalgamento	
60m a 80m	-coalescência dos canais -escoamento laminar e concentrado	-relevo testemunho. -início do areal	deflação -direção preferencial do vento N34°E	<i>ripple marks</i> -área de acumulação
Setor C Areal - 88m a 100m	-escoamento laminar e concentrado	-ravinas -depósitos arenosos ancorados nas bordas das ravinas -testemunhos dos depósitos de rampa -lençóis de grânulos e areias -depósitos grosseiros alinhados por escoamento concentrado	-deflação -direção preferencial do vento N34°E	<i>ripple marks</i> -depósitos arenosos
Setor D Borda do areal a jusante 125m a 150m	-escoamento difuso e concentrado	-canais interligados (coalescência), (fig. 16)	deslocamento por rastejo e deposição por cavalgamento	<i>ripple marks</i>

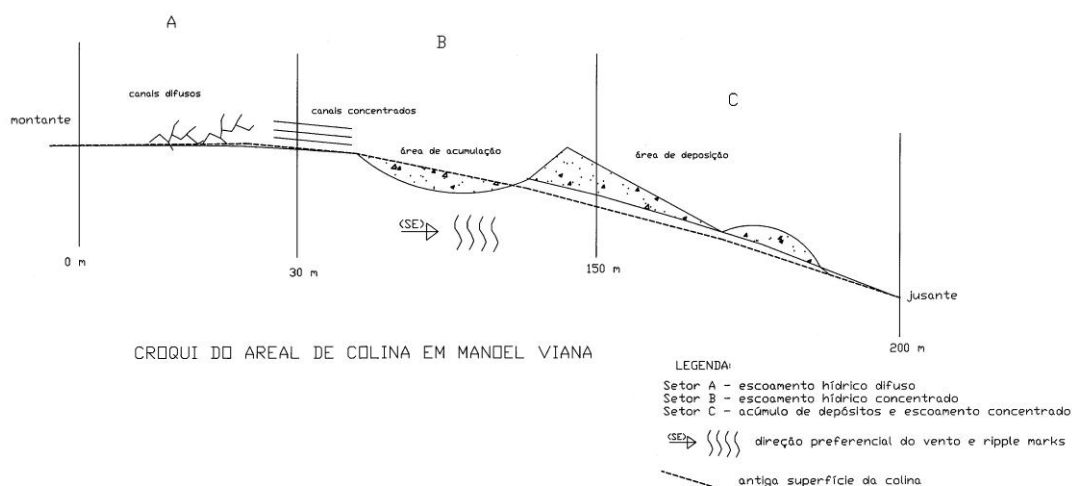


Figura 4 - Croqui do areal de colina em Alegrete – RS

Tabela 2. Unidades geomorfológicas do areal de colina em Alegrete

	Dinâmica hídrica	microformas	Dinâmica eólica	microformas
Setor A 0m – 30m início do areal- escoamento hídrico difuso.	-escoamento difuso	-canais difusos (fig.18) -depressão arenosa, acúmulo de material fino.	-deposição por cavalgamento.	- <i>ripple marks</i>
	-escoamento concentrado	-ravinas -bacia de deposição e acúmulo de materiais sobre as	-transporte e deposição -direção preferencial do vento S20°E.	- <i>ripple marks</i>

		gramíneas por escoamento		
Setor B 30m – 150m <u>Areal</u> – escoamento hídrico concentrado – 30m	-escoamento concentrado	-relevo testemunho da antiga superfície da colina. -bacia de deposição (areal)	-deslocamento por rastejo e deposição por queda livre -deflação	-relevo testemunho <i>-ripple marks</i> -depósito arenoso
Setor C 150m – 200m Acúmulo de depósitos e escoamento concentrado – 150m	-Escoamento difuso e concentrado.	-canais	-soterramento de gramíneas -deposição arenosa montículo face sudeste com presença de gramíneas em processo de ressecamento pelo vento, e face noroeste estabilizada com presença de gramíneas, pois está protegida da ação do vento.	<i>-ripple marks</i> -dunas

Conclusões

As conclusões obtidas com a aplicação dos experimentos realizados em campo, neste período, foram as seguintes:

No **cerro da Divisa** as medições das balizas apontam para uma dinâmica do transporte de sedimentos a jusante da colina (na direção N), em função da predominância de ventos SE e SW; a baliza Hb2 por ser um ponto alto e mais exposto, no topo de uma duna, tem maior perda de sedimentos pela ação eólica.

No **cerro da Esquina**, na borda do areal, onde se localiza o experimento C, as medições em épocas de maior umidade mostram um recuo do areal e em épocas de maior seca o avanço do mesmo, apontando a última para um considerável avanço. Os experimentos D (N-S) e E (E-W) apontam para o transporte de sedimentos, no sentido leste-oeste, provavelmente, em função do escoamento hídrico e norte-sul pela ação eólica.

Em relação aos perfis e à identificação de diferentes microformas no interior dos areais, conclui-se que estes não são manchas homogêneas como se poderia imaginar. Essas microformas se diferenciam segundo sua posição nos diferentes compartimentos geomorfológicos contidos nos areais, na rampa e na colina, assim como em relação às diversas ações dos processos erosivos-deposicionais, tanto eólicos como hídricos.

Os resultados, nos dois cerros, mostraram uma expansão dos areais no período analisado, seja pelo regime eólico, seja pelo regime pluvial. Mesmo assim, observa-se que há avanços e recuos na sua expansão, como na forma de um *pulsar*, segundo as variações meteorológicas, períodos úmidos e secos. Todos os cinco experimentos foram bastante claros quanto a essa expansão, caso não haja nenhum tipo de contenção. Nesse sentido, se faz

pertinente um trabalho de divulgação sobre os resultados, juntamente com outros trabalhos, com a comunidade local e as autoridades interessadas para um maior aproveitamento do trabalho científico realizado pela universidade.

REFERÊNCIAS

Freitas, E. M. de; Boldrini I. I.; Müller S. C.; Verdum, R. (2009) Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, p. 414-426.

Guasselli, L. A., Suertegaray, D. M. A., Martins, R. L., Fontana, D., Verdum, R. (2001) Arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul/Brasil e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). In: 8º ENCUESTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA, 2001, Santiago. 8º EGAL Resúmenes. Santiago: v.1. p.177-178.

Marchiori, J.N.C. (1992) Areais no sudoeste do Rio Grande do Sul: elementos para uma história natural. *Ciência e Ambiente. UFSM/UNIJUI, Santa Maria*, III (5):65-90.

Sanchis, M. A. Z. & Verdum, R. A instalação dos bosques de pinus e suas conseqüências nas dunas do Pontal de Tapes/RS. (2005) In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, , São Paulo. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza. São Paulo: Departamento de Geografia - FFLCH - USP, 2005. v. 1. p. 5653-5657.

Suertegaray, D. M. A (1987) A Trajetória da Natureza. Um Estudo Geomorfológico sobre os Areais de Quaraí/RS. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, USP, São Paulo, 243p.

Suertegaray, D. M. A (1992) Deserto Grande do Sul. Controvérsia. Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, 71p.

Suertegaray, D. M. A (1994) Desertificação no Brasil, causa antrópica ou natural? In: V Congresso Brasileiro de Geógrafos, Anais, UFPR, Curitiba, (1):359-365.

Suertegaray, D. M. A., Guasselli, L. A., Verdum, R., Basso, L. A., Medeiros, R. M., Bellanca, E., Bertê, A. M. de A. (2001) Projeto Arenização no Rio Grande do Sul, Brasil: gênese, dinâmica e espacialização. *Biblio3w Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales*, Barcelona, v.287.

Suertegaray, D. M. A.; Guasselli, L. A.; Verdum, R. (2001) Atlas da Arenização - sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia e Governo do Rio Grande do Sul,. v. 1. 84 p.

Suertegaray, D. M. A.; Verdum, R. ; Bellanca, E. T.; Uagoda, R. S. (2005) Sobre a gênese da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. *Terra Livre*, São Paulo, v. 1, n. 24, p. 135-150.

Suertegaray, D. M. A. & Verdum, R. (2008) Desertification in the Tropics. *Encyclopedia of Life Support Systems - UNESCO Publishing*. Paris: UNESCO Publishing, p. 1-17.

Verdum, R.; Sanchis, M. A. Z.; Ferreira, M. C.; Castro, R F. de; Soares, V. G. (2008) Dinâmica Eólica Areais da Divisa (Alegrete) e Cerro da Esquina (São Francisco de Assis) Rio Grande do Sul. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO, 2008, Belo Horizonte. Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte: UFMG-UGB. p. 1-10.

Verdum, R. (2004) Depressão Periférica e Planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: Roberto Verdum; Luis Alberto Basso; Dirce Maria Antunes Suertegaray. (Org.). Rio Grande do Sul - paisagens e territórios em transformação. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, v. 1, p. 39-57.

Verdum, R & Sanchis, M. A. Z. (2004) A instalação de bosques de pinus e suas consequências nas dunas - Pontal de Tapes/RS. In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-americano de Geomorfologia. Santa Maria. Anais do V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-americano de Geomorfologia, 2004. v. 1. p. 1-11.

Verdum, R. Un cas spectaculaire du grand ravin Oliveira. (2003) In: François Gazelle. (Org.) Mélanges des Études Hydrologiques. Toulouse: Geode & Office International de l'Eau, p. 94-106.

Verdum, R. (1997) L'approche géographique des "déserts" dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil. Tese de Doutorado, UFR de Géographie et Aménagement, Université de Toulouse Le Mirail, Toulouse, 211p.