

## **ARENIZAÇÃO NO SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL: INVESTIGAÇÃO SOBRE A RELAÇÃO ENTRE AREAIS, DRENAGEM E ORIENTAÇÃO DO RELEVO**

ANDRADES FILHO, C.O.<sup>1</sup>

1-Bolsista/PIBIC, Graduando em Geografia/UFRGS Av. Bento Gonçalves, 9500-Campus do Vale - UFRGS  
CEP: 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil [clodisfilho@terra.com.br](mailto:clodisfilho@terra.com.br)

SUERTEGARAY, D.M.A.<sup>2</sup>

2- Dra. Departamento de Geografia/UFRGS

GUASSELLI, L.A.<sup>3</sup>

3-Geógrafo Dr.CEPSRM/UFRGS

### **RESUMO**

Esse trabalho foi desenvolvido utilizando o conceito de arenização de Suertegaray (1987). As feições estudadas, os areais, formam-se sobre uma cobertura sedimentar durante o período Quaternário e tem localização predominante em cabeceiras de drenagem (Suertegaray, 1992). Este estudo tem como objetivo investigar uma possível correlação entre a ocorrência de areais, a drenagem e a orientação das vertentes. Toma-se como área de estudo um setor da região Sudoeste do Rio Grande do Sul com ocorrência de areais, envolvendo os municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manuel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda. A área de ocorrência dos areais tem como substrato o arenito da Formação Botucatu; nesta formação Mesozóica assentam-se depósitos arenosos não consolidados, originários de deposição fluvial e eólica durante o Pleistoceno e o Holoceno, os quais, sob remoção atual, originam os areais. A formação de areais, interpretada por estudos geomorfológicos, e associada à dinâmica hídrica e eólica, indica que os areais resultam, inicialmente, de processos hídricos. A metodologia empregada utilizou os seguintes elementos: uma classificação digital não-supervisionada (através de fatiamento), método elaborado com uso da linguagem de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico) do Spring, com base nas imagens de 2004/2005; a confecção de um mapa de orientação das vertentes no Spring 4.3, através de uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) entre coordenadas geográficas s 30° e 31° e w 55° e 56°, com resolução espacial de 90 metros. A partir desse dados foi elaborada uma tabulação cruzada. A análise da espacialização dos resultados do cruzamento da classificação dos areais com a orientação das vertentes, em relação à disposição das drenagens que escoam em direção ao Rio Ibicuí, revela uma relação muito próxima entre as variáveis estudadas. Observa-se uma predominância de ocorrência das manchas arenosas nas drenagens secundárias, como o destacado para a Bacia do Lageado Grande. A utilização do modelo do SRTM foi bastante satisfatória para a geração de dados de orientação nessa escala de análise, permitindo um boa integração com os dados produzidos por imagens Landsat TM. Os resultados apresentados através dos cruzamentos entre areais e orientações das vertentes, mostraram uma representativa correlação (58%) entre a ocorrência de areais, orientações das vertentes e direção das drenagens.

Palavras-chave: arenização – sudoeste/RS – drenagem – orientação de vertentes.

### **INTRODUÇÃO**

Esse trabalho utiliza o conceito de arenização (Suertegaray, 1987). Por arenização entende-se o processo de retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou não consolidados, que acarreta nessas áreas uma dificuldade de fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade dos sedimentos pela ação das águas e dos ventos. Conseqüentemente arenização indica uma área de degradação, relacionada ao clima úmido, em que a diminuição do potencial biológico não desemboca, em definitivo, em condições

de tipo deserto. Ao contrário, a dinâmica dos processos envolvidos nesta degradação dos solos é fundamentalmente derivada da abundância de água. A região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, em particular o município de Alegrete, é identificada como área de atenção especial (Ministério do Meio Ambiente, 1997), isto é, apresenta forte processo de degradação ambiental derivado da ação do homem.

As feições estudadas formam-se sobre uma cobertura sedimentar datada do período Quaternário e tem localização predominante em cabeceiras de drenagem. (Suertegaray, 1998).

Este estudo tem como objetivos: a) a espacialização, quantificação e avaliação temporal do processo de arenização; b) a investigação de uma possível correlação entre a ocorrência de areais, drenagem e orientação das vertentes num setor da região Sudoeste do Rio Grande do Sul.

## ÁREA DE ESTUDO

A região de ocorrência do processo de arenização está localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 1), a partir do meridiano de 54° em direção oeste até a fronteira com a Argentina e a República Oriental do Uruguai, sendo constituída pelos municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manuel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco da Assis e Unistalda. Este processo ocupa larga faixa da região, sendo que a degradação do solo nesta área apresenta-se sob a forma de areais (Suertegaray, 2001).



Figura 1- Localização da área de estudo.

A área de ocorrência dos areais tem como substrato o arenito da Formação Botucatu; nesta formação Mesozóica assentam-se depósitos arenosos não consolidados,

originários de deposição fluvial e eólica durante o Pleistoceno e o Holoceno, os quais, sob remoção atual, originam os areais. A análise da formação dos areais, interpretada por estudos geomorfológicos, associada à dinâmica hídrica e eólica, indica que os areais resultam, inicialmente, de processos hídricos. Estes, relacionados com topografia favorável, permitem, numa primeira fase, a formação de ravinas e voçorocas. Na continuidade do processo, desenvolvem-se por erosão lateral e regressiva, conseqüentemente alargando as suas bordas. Por outro lado, à jusante destas ravinas e voçorocas, em decorrência dos processos de transporte de sedimentos pela água durante episódios de chuvas torrenciais, formam-se depósitos arenosos em forma de leque. Com o tempo, esses leques agrupam-se e, em conjunto, originam um areal. O vento que atua sobre essas areias em todas as direções permite a ampliação desse processo.

Os areais ocorrem sobre unidades litológicas frágeis (depósitos arenosos) em áreas com baixas altitudes e declividades. São comuns nas médias colinas ou nas rampas em contato com escarpas de morros testemunhos. Sobre outro aspecto, a formação de ravinas e de voçorocas, processos associados à origem dos areais, podem também ser resultado do pisoteio do gado e do uso da maquinaria pesada na atividade agrícola, originando sulcos e desencadeando condições de escoamento concentrado.

## **METODOLOGIA**

Para elaboração da atualização do mapeamento dos areais na região sudoeste do Rio Grande do Sul, foram utilizadas as seguintes bases: 1) cartas do DSG (Diretoria do Serviço Geográfico) na escala de 1:250.000, de Santiago, São Gabriel, Alegrete, Santana do Livramento, Santo Ângelo, São Borja e; 2) imagens Landsat TM 5, órbita/ponto, 224/080, 224/081, banda 5 (infravermelho médio), nas datas de 05/11/1989 e 15/01/2004 ou 17/01/2005. O software de SIG utilizado foi o Spring 4.2. (INPE).

A metodologia empregada nesta etapa foi uma classificação digital não-supervisionada (através de fatiamento). Devido à análise prévia realizada sobre o comportamento espectral dos areais, a partir dos contadores digitais da imagem banda 5 do Landsat TM, adotou-se o intervalo de valores de nível de cinza de 190 a 255 para o fatiamento. A banda 5 foi utilizada pois oferece uma maior diferenciação quanto ao tipo de solo e as condições de umidade deste.

Este método foi elaborado com uso da linguagem de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do Spring, nas imagens de 1989 e 2004/2005. Após o fatiamento das imagens, foi executada uma análise visual, onde foram

eliminadas as áreas que tem comportamento espectral semelhante, mas não são consideradas áreas de arenização, do ponto de vista de sua gênese, como por exemplo, as áreas das barras arenosas ao longo dos cursos d'água e as áreas de solo exposto no preparo do solo para agricultura.

Após esta etapa, foi confeccionado um mapa de orientação das vertentes da área de estudo no Spring 4.3. Para tanto, utilizou-se uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) entre as coordenadas geográficas s 30° e 31° e w 55° e 56°, com resolução espacial de noventa metros adquirida através de Ftp da NASA (<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2>) (Figura 2). O download da imagem SRTM foi realizado em formato HGT, sendo necessário a utilização do programa ENVI 4.2 para transformação deste formato para GeoTiff, compatível com o Spring 4.3.

Esse mapa de aspecto foi elaborado a partir da rotina de manipulação de MNT na ferramenta de declividade. Os dados de entrada estão no formato de grade de altimetria e como saída foi gerado um mapa de exposição com quatro classes: NE : 0° - 90°, SE: 90° - 180°, SW: 180° - 270°, NW: 270° - 360°. Para a compreensão do mapa de orientação em relação à insolação, foram utilizadas as cores vermelho (NE) e amarelo (NW) para indicar as vertentes com maior grau de insolação pela manhã e a tarde, e azul (SW) e verde (SE) para as vertentes com menor grau de insolação neste mesmo período.

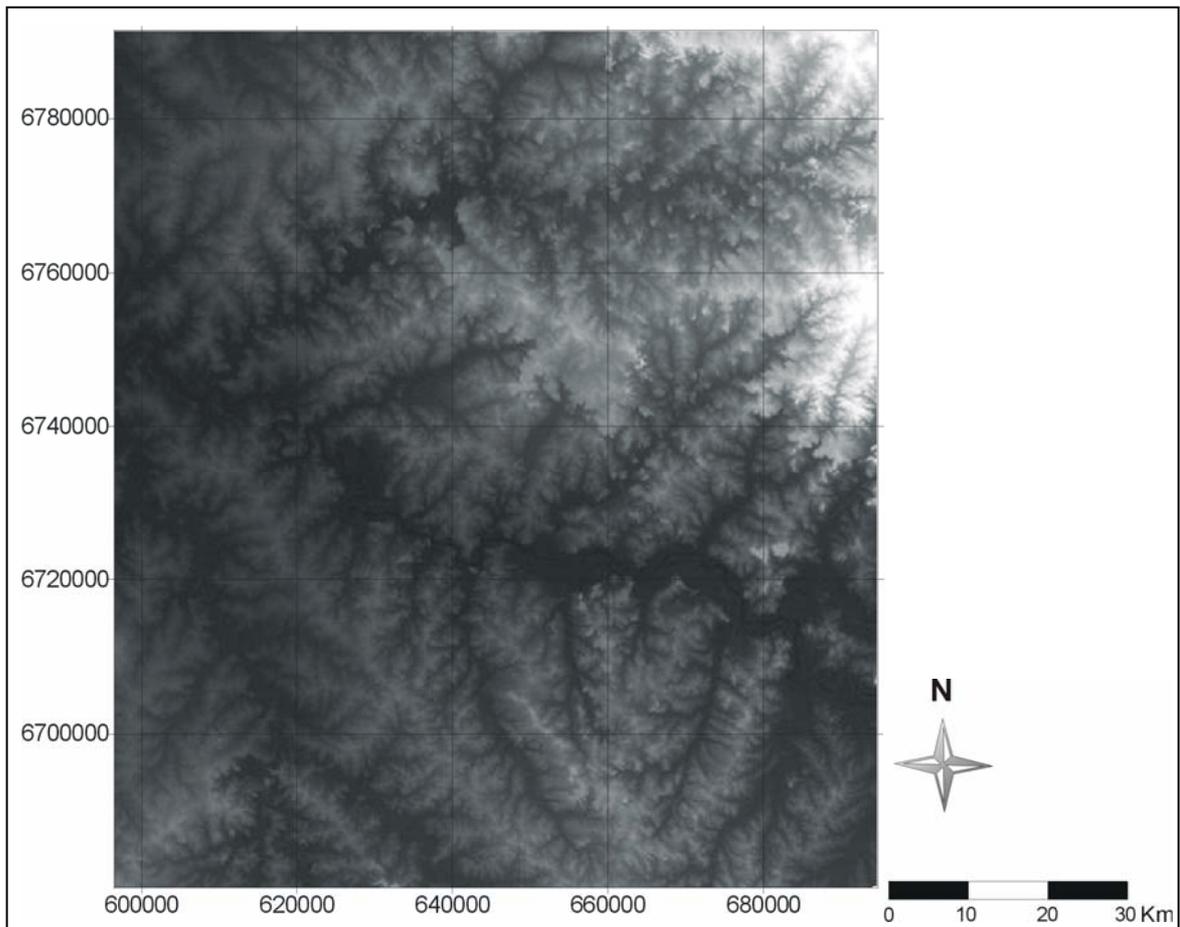


Figura 2. Imagem SRTM/NASA entre coordenadas geográficas s 30° e 31° e w 55° e 56°

Os mapas dos areais (2004/2005) e de orientação das vertentes em formato matricial, foram divididos em duas regiões: a região ao norte do rio Ibicuí e a região ao sul do rio Ibicuí. Essa divisão teve como objetivo o cruzamento e a quantificação de dados, a fim de investigar uma possível correlação entre a ocorrência de areais, a orientação do relevo e da drenagem. Para tanto foi utilizado a Tabulação Cruzada do Spring 4.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa das áreas de ocorrência de arenização (Figura 3), foi construído com objetivo de espacialização/quantificação e avaliação temporal desse processo, e a relação desse com a disposição da drenagem e a orientação das vertentes. (Figura 4). A Tabela 1 apresenta os dados de quantificação da evolução temporal dos areais (1989 – 2005).

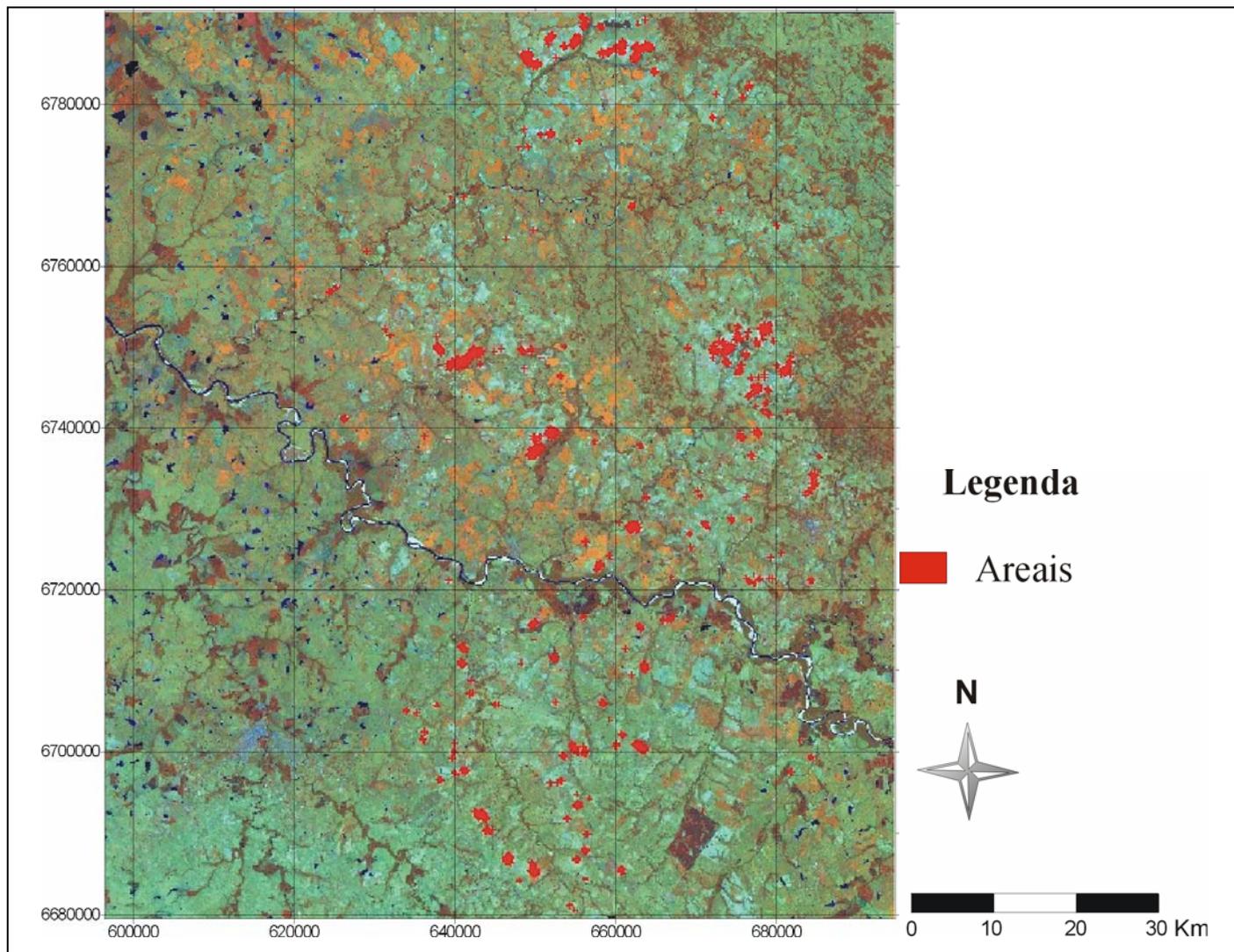


Figura 3 – Mapeamento dos areais sobre a imagem Landsat TM na composição falsa cor 4R 5G 3B.

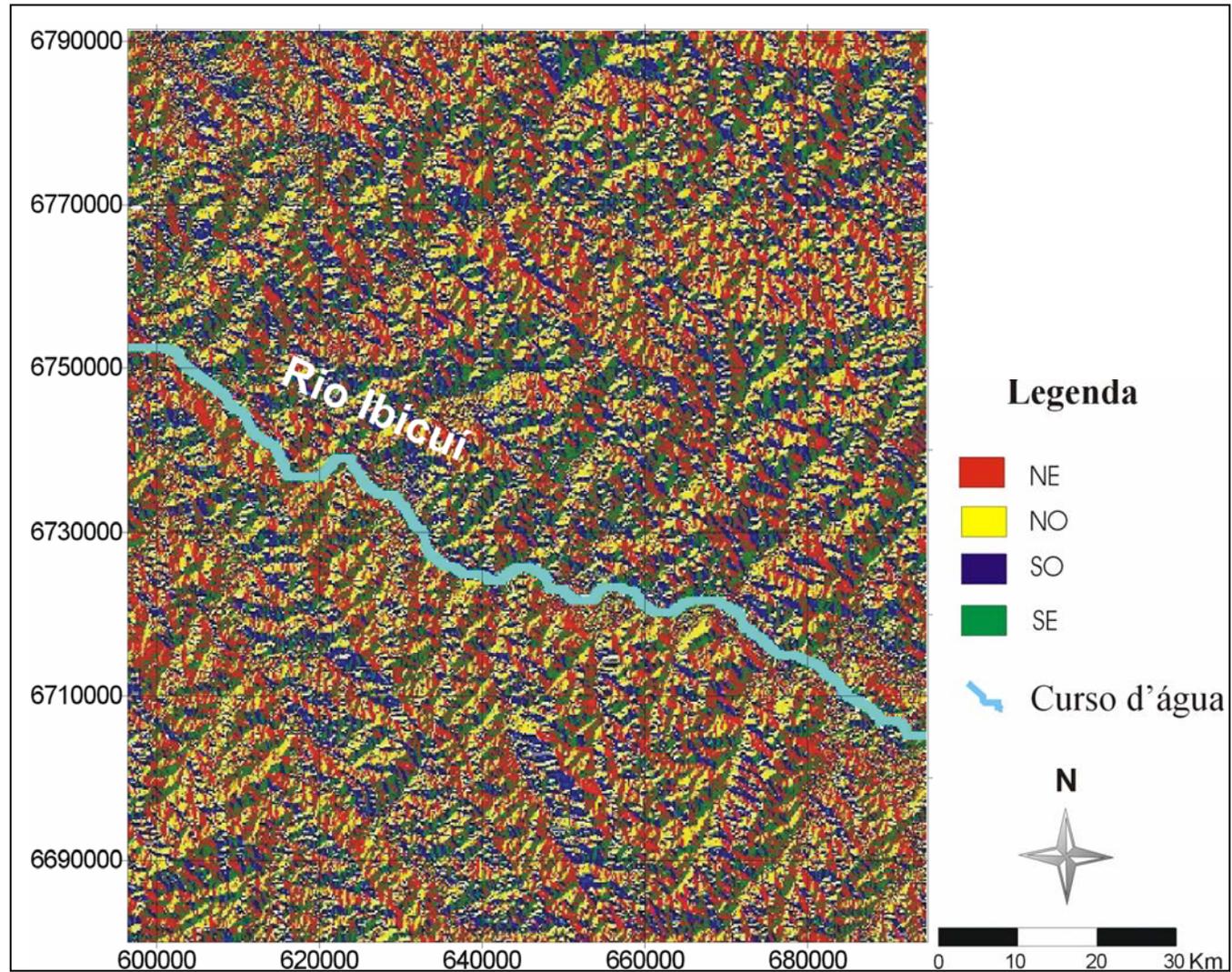


Figura 4 – Mapa de orientação das vertentes da área de estudo.

Tabela 1. Resultados da quantificação (ha).

Município	Área do município (ha)	Área de areais (ha)		% de areais por município	
		1989	2004/2005	1989	2004/2005
Alegrete	772060,0	934,67	939,87	0,1211	0,1217
Cacequi	233307,0	9,36	18,00	0,0040	0,0077
Itaqui	329675,0	23,30	14,48	0,0071	0,0044
Maçambará	178857,0	276,66	276,12	0,1547	0,1544
Manuel Viana	128738,0	551,97	561,78	0,4287	0,4364
Quarai	322466,0	230,40	234,09	0,0714	0,0726
Rosário do Sul	437887,0	15,39	26,46	0,0035	0,0060
São Borja	380185,0	194,94	212,40	0,0513	0,0559
São F. de Assis	259859,0	765,27	720,72	0,2945	0,2773
Unistalda	57601,0	22,41	23,49	0,0389	0,0408
<b>TOTAL</b>	<b>3100635</b>	<b>3024,37</b>	<b>3027,41</b>	<b>0,0975</b>	<b>0,0976</b>

A análise dos resultados demonstra que a área total de areais aponta praticamente a mesma quantificação para 1989 e 2004/2005 (Tabela 1). Este fato mascara a tendência de aumento das áreas de areais, observada na análise individual dos resultados da quantificação por município. Apenas Itaqui e São Francisco de Assis demonstraram uma diminuição na área quantificada de areais comparando as duas datas, destacando-se o segundo devido a implantação de florestamento como tentativa de recuperação em larga faixa de areais.

A análise da evolução temporal dos areais demonstrou a ocorrência de novos focos de arenização na região sudoeste, porém, o que prevalece é o aumento de manchas arenosas já existentes em 1989.

O resultado dos cruzamentos entre areais e classes de orientação, estão apresentados nas Tabela 2 e 3, que informam a área em hectares de areais em cada classe de orientações do relevo. A análise dos resultados da Tabela 2, região ao norte do Rio Ibicuí, mostra que em torno de 58% dos areais encontram-se nas orientações SW e SE, sendo que na orientação SE é predominante com 30% da ocorrência.

Tabela 2 – Região ao norte do Ibicuí. Relação entre orientação das vertentes e areais.

Orientação das Vertentes	AREAIS (ha)	NÃO AREAIS (ha)	TOTAL (ha)
NE	369.13	137348.09	137717.22
SE	466.46	122749.23	123215.69
SW	557.36	145491.83	146049.19
NW	449.01	138213.06	138662.07
<b>TOTAL</b>	<b>1841.95</b>	<b>543802.23</b>	<b>545644.19</b>

De certa forma esse resultado era esperado tendo em vista que a ocorrência de manchas arenosas, segundo Suertegaray et al. (2001), está relacionada principalmente às cabeceiras das drenagens. Nessa porção norte do Ibicuí predominam drenagens com direção de escoamento sul/sudoeste coincidentes com a orientação do relevo, em direção da calha do rio principal.

A análise dos resultados da Tabela 3, região ao sul do Rio Ibicuí, mostra que em torno de 58% dos areais encontram-se nas orientações NE e NW, sendo que na orientação NE é predominante com 33% da ocorrência.

Tabela 3 - Região ao sul do Ibicuí. Relação entre orientação das vertentes e areais.

Orientação das Vertentes	AREAL (ha)	NÃO AREAIS (ha)	TOTAL (ha)
NE	265.94	71169.96	71435.91
SE	151.71	58604.75	58756.46
SW	176.38	63011.58	63187.96
NW	192.83	66644.33	66837.16
TOTAL	786.87	259430.62	260217.49

Nessa porção ao sul do rio Ibicuí, a direção de escoamento da drenagem se dá para o norte, onde encontra-se a calha do rio principal, o que coincide com a maior ocorrência de areais, que se encontra nas vertentes voltadas para o norte. Como exemplo em escala de detalhe apresenta-se o mapeamento da Bacia do Lageado Grande (Figuras 5 e 6) onde predominam os areais nas vertentes orientadas para Nordeste.

A análise da espacialização dos resultados do cruzamento da classificação dos areais com a orientação das vertentes, em relação à disposição das drenagens que escoam em direção ao Rio Ibicuí, revela uma relação muito próxima entre essas variáveis. Observa-se particularmente uma predominância de ocorrência das manchas arenosas nas drenagens secundárias, como o destacado para a Bacia do Lageado Grande.

Essa relação já havia sido estabelecida anteriormente no Atlas da Arenização (Suertegaray et al. 2001), onde o mapeamento e cruzamento desses parâmetros já indicavam essa relação, em diferentes bacias hidrográficas. Neste estudo, cujos dados são preliminares, busca-se ampliar esta análise para, posteriormente, investigar mais detalhadamente esta relação. Trabalhos de campo mais recentes indicam uma relação entre, por exemplo, os diaclasamentos do substrato, no caso a Formação Botucatu, e a direção de ravinas e voçorocas. Estes indicadores de campo permitem que se considere a hipótese do

entalhamento fluvial por reativação da drenagem como um elemento fundante desse processo em escala regional.

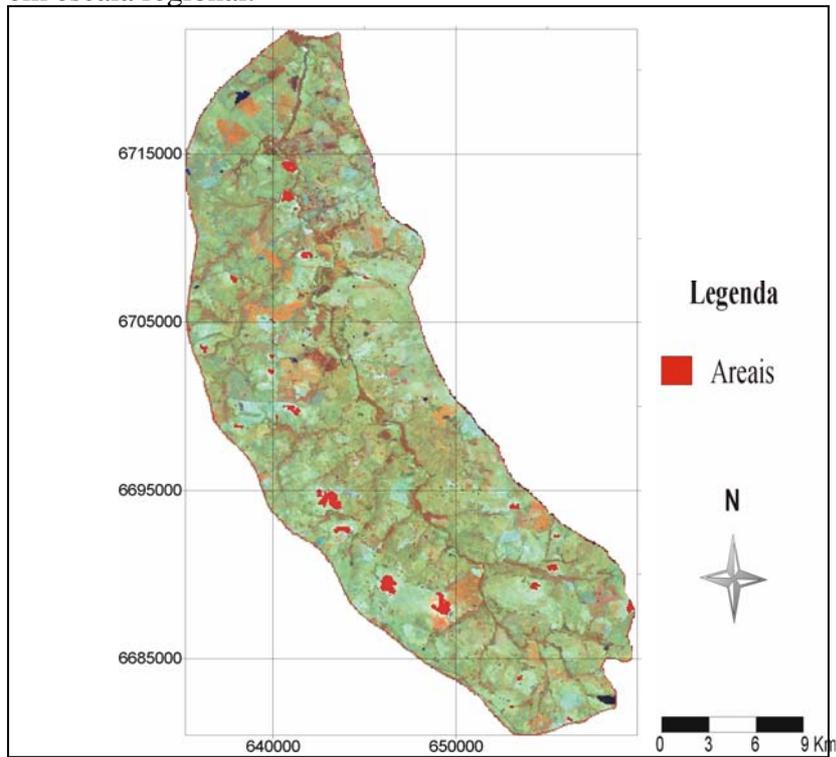


Figura 5 – Localização dos areais na Bacia do Lageado Grande ao sul do Rio Ibicuí.

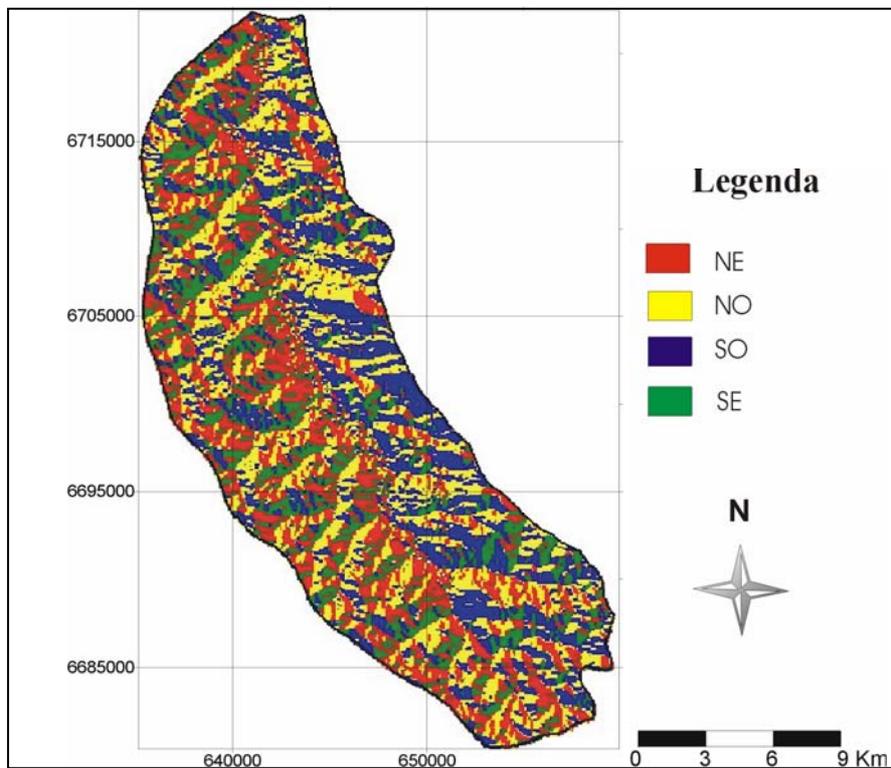


Figura 6 - Orientação das vertentes na Bacia do Lageado Grande ao sul do Rio Ibicuí.

Esta reativação foi também constatada nos estudos das feições denominadas de Degraus de Abatimento (Uagoda, 2004). Estes além de se configurarem como feições de subsidência por erosão hídrica sub-superficial apresentam estreita relação desse processo com os lineamentos do substrato. O fato dessas feições não serem restritas a área de ocorrência de areais permite refletir sobre processos mais amplos.

## **CONCLUSÕES**

A análise da evolução temporal dos areais demonstrou a ocorrência de novos focos de arenização na região sudoeste, porém, o que prevalece é o aumento de manchas arenosas já existentes em 1989.

A utilização do modelo gerado a partir dos dados SRTM foi bastante satisfatória para a geração de dados de orientação nessa escala de análise, permitindo uma boa integração com os dados produzidos por imagens Landsat TM.

Os resultados apresentados através dos cruzamentos entre areais e orientações das vertentes mostraram uma representativa correlação (58%) entre a ocorrência de areais e as orientações das vertentes e a direção das drenagens. Esta correlação expressa a necessidade da continuidade da pesquisa, articulada com trabalhos anteriores, com vistas a explicação da gênese deste processo.

## **REFERÊNCIAS**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (1997) Plano Nacional de Combate à Desertificação, Centro de Sensoriamento remoto, IBAMA.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) (2003), FTP site: <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2> (acesso em 15/05/2006)

SUERTEGARAY, D.M.A.; GUASSELLI, L.A.; VERDUM, R. (Org.) (2001) Atlas da Arenização Sudoeste do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria da Ciência e Tecnologia Governo do Estado do RS, 1.ed. Porto Alegre, 84p.

SUERTEGARAY, D.M.A. (1998) Deserto Grande do Sul: Controvérsias. 2. ed. PORTO ALEGRE/RS: UFRGS, 109p.

SPRING, Versão 4.2 (30/10/2005) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) Copyright 2005.

UAGODA, R.E.S. (2004) Degraus de abatimento: estudo comparativo em cabeceiras de drenagem: bacia hidrográfica do Arroio Puitã e bacia hidrográfica das nascentes do Rio das

Antas/RS. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 93p.

VERDUM, R. (1997) Approche géographique des déserts dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana – État do Rio Grande do Sul – Brésil. Tese de Doutorado. Université de Toulouse II - Le Mirail. U.T.H. França. 211p.