

O Papel da Tectônica na Formação dos Areais no Sudoeste do Rio Grande do Sul

ANDRADES FILHO, C.O.¹; SUERTEGARAY, D.M.A.²; GUASSELLI, L.A.²

1- Mestrando em Sensoriamento Remoto/INPE; 2- Departamento de Geografia/UFRGS.

Av. Bento Gonçalves, 9500-Campus do Vale - UFRGS CEP: 91501-970

Porto Alegre, RS, Brasil - clodis@dsr.inpe.br

Abstract

This research seeks to assess possible neotectonic influence in the formation of sandization in southwest of Rio Grande do Sul. The main objective of this research is to identify points of neotectonic "anomalies" in segments of drainage and make the relationship with the points of occurrences of sandization. The identification of these points of failure was obtained through DEM (Digital Elevation Model) as sub-product of the SRTM image. The analysis was undertaken based on the employment index RDE (Relationship slope-extension) applied in segments of drainage. The drainages were scanned images from shaded with different contrasts, SRTM products. The results indicate a possible relation of the neotectonic in the genesis of the sandization, because the points of possible neotectonic "anomalies" identified in the watercourse is located near the areas with outbreaks of sandization.

Keywords: sandization, neotectonic, SRTM

Resumo

Essa pesquisa busca avaliar possíveis influências da neotectônica na formação dos areais do sudoeste do Rio Grande do Sul¹. Constitui, portanto, objetivo principal desta pesquisa identificar pontos de "anomalias" neotectônicas em segmentos de drenagens e relacioná-los aos pontos de ocorrências de areais. A definição desses pontos de anomalia foi obtida através de MDE (Modelo Digital de Elevação) como subproduto da imagem SRTM. A análise empreendida foi construída com base no emprego do índice RDE (Relação declividade-extensão) aplicado em segmentos de drenagem. As drenagens foram digitalizadas a partir de imagens sombreadas com diferentes contrastes, produtos SRTM. Os resultados indicam uma possível ligação da neotectônica na gênese dos areais, visto que os pontos de possíveis "anomalias" identificados nos cursos d'água localizam-se próximos às áreas com focos de arenização.

Palavras-chave: arenização, neotectônica, SRTM

1. Introdução

O sudoeste do Rio Grande do Sul apresenta áreas onde ocorre um forte processo de degradação dos solos na forma de areais decorrente de processo de arenização (**Figura 1**). De acordo com Suertegaray "*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.*" (SUERTEGARAY, 1987). Conseqüentemente, para esta autora, 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

¹ Esta pesquisa é produto das atividades de Iniciação Científica, na graduação em Geografia (UFRGS), de Clódís de Oliveira Andrades Filho, durante a vigência de bolsa PIBIC/CNPq.

envolvidos nesta degradação dos solos é fundamentalmente derivada da abundância de água.



Figura 1. Fotografia de areais em Manoel Viana. (Por Cláudia Beltrame Porto, 2002)

No entanto, investigações recentes levaram a reflexões a cerca da contribuição estrutural na gênese dos areais. Considera-se neste caso a contribuição estrutural do ponto de vista de investigação do quadro tectônico, onde é discutida a possibilidade de influência da neotectônica na conformação geomorfológica regional atual.

O termo neotectônica foi introduzido na literatura geológica por Obruchev para designar “*movimentos tectônicos ocorridos no fim do Terciário e no Quaternário, os quais desempenharam um papel decisivo na configuração topográfica contemporânea da superfície terrestre*”. (OBRUCHEV, 1948 apud SUGUIO, 1999, p. 113)

Há uma crescente necessidade de estudo das causas ou gênese de processos erosivos em grandes proporções que tem como uma de suas graves conseqüências a perda de solo. Estes fatores inviabilizam ou dificultam certas atividades econômicas, como no caso dos areais no sudoeste do Rio Grande do Sul. A análise estrutural desses terrenos pode indicar áreas frágeis do ponto de vista estrutural e identificar pontos potenciais a processos erosivos. Portanto, é necessário observar as falhas geológicas jovens e indicar áreas mais problemáticas para o desencadeamento desses processos, na medida em que esta ocorrência pode desencadear dinâmica erosiva e promover restrições para o uso do solo na região de estudo.

Na temática abordada destaca-se TRAININI (2005) que utiliza como base o mapa de WILDNER et al. (2005) para demonstrar um grande alçamento estrutural na região sudoeste do RS, denominado "Muro de Manoel Viana", e de acordo com o autor, alçado pela neotectônica. Os sedimentos eólicos da Formação Botucatu encontram-se em cotas acima de 300m, superiores as cotas de áreas fora dos limites do "muro". Trainini chama a atenção para o relevante fato de que a concentração da maioria das zonas em

processo de arenização encontra-se dentro dos limites do "muro" e define esta área como um *"alto potencialmente difusor de sedimentação"* (TRAININI, 2005).

Um outro trabalho tendo como área de estudo uma bacia hidrográfica do estado de São Paulo, ETCHEBEHERE et al. (2006) aplica o índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” para detecção de deformações neotectônicas. O autor identifica possíveis “anomalias” neotectônicas e relaciona com feições erosivas na bacia do Rio do Peixe, destacando-se ravinas e voçorocas.

Nesse sentido o objetivo geral da pesquisa é analisar a relação entre o processo de arenização e a tectônica. Para tanto, é necessário: a) definir as linhas de drenagem em detalhe; b) identificar possíveis deformações/anomalias neotectônicas nas bacias hidrográficas.

2. Área de estudo

A região de ocorrência do processo de arenização está localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul (**Figura 2**) e o recorte espacial utilizado nesta pesquisa abrange a área de cinco (5) bacias hidrográficas ao norte do rio Ibicuí com grande ocorrência do processo de arenização.



Figura 2- Localização da área de estudo.

Esta região situa-se na Bacia do Paraná, uma bacia intracratônica desenvolvida inteiramente sobre uma crosta continental, que foi preenchida com rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam desde o Ordoviciano até o Quaternário.

A evolução tectônico-sedimentar desta bacia foi fortemente controlada pelas direções estruturais inerentes ao seu embasamento que é constituído por uma grande quantidade de zonas de fraqueza que se cruzam, dividindo este embasamento em blocos de

falhas. As zonas de fraqueza atuam como os principais agentes de dissipação de tensões intraplaca permitindo movimentos recorrentes desses blocos ao longo dessas zonas. (ZALÁN, 1991 apud FRASCA, 1996, p. 6)

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 (produto da dinâmica hídrica e eólica) originam os areais (SUERTEGARAY, 1987, 2001).

3. Metodologia

A base utilizada para o mapeamento dos areais (**Figura 4**) foi elaborada através do uso de imagem Landsat TM 5, datada de 1989, por classificação digital não-supervisionada (ANDRADES FILHO, SUERTEGARAY, GUASSELLI, 2006).

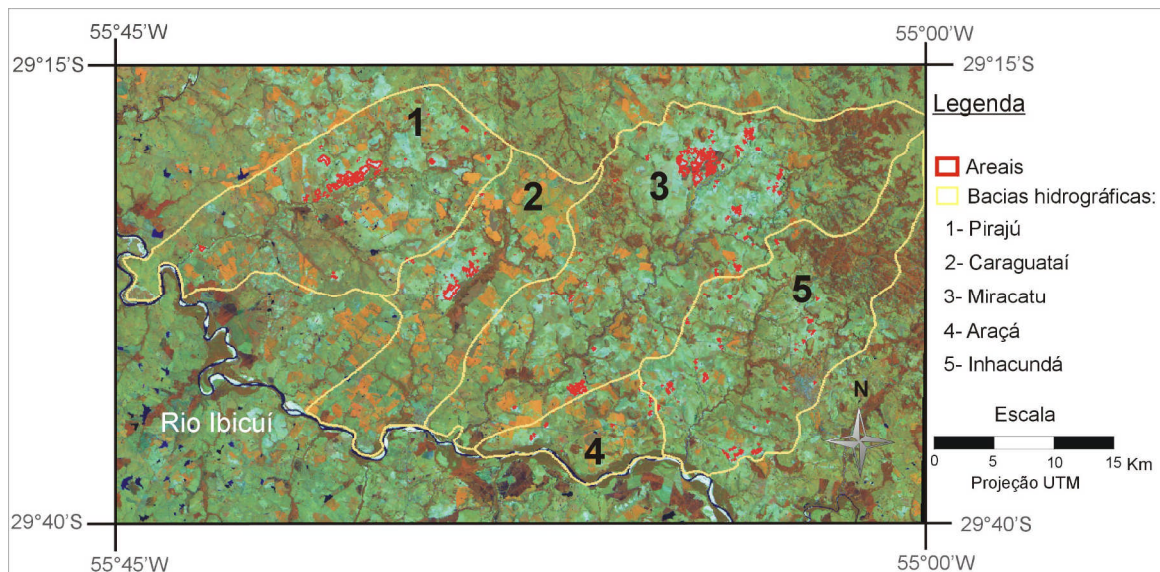


Figura 3. Mapeamento dos areais por bacias hidrográficas no sudoeste do RS.

Para geração da base digital da drenagem das diferentes bacias hidrográficas estudadas e indicação dos pontos de possíveis anomalias neotectônicas foi utilizada a imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) (FARR & KOBRICK, 2000), com resolução espacial de noventa metros adquirida através de Ftp da NASA (<ftp://e0srp01u.ocs.nasa.gov/srtm/version2>). 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, e torna-la compatível com o Spring 4.3.

Para a definição das drenagens na imagem SRTM com resolução de 90 metros, foi executado um método de interpolação sobre a imagem (VALERIANO, 2004) para obter uma resolução de 20 metros. Este processamento consistiu na modificação do Modelo Digital de Elevação - MDE SRTM original para um novo MDE, com características desejáveis. Entre as modificações pretendidas, listam-se: a remoção das falhas e a resolução melhorada (20 metros). Os programas computacionais utilizados no tratamento foram: ENVI (*Research Systems Inc.*, 2005): correção de falhas, seleção de área amostral e exportação de dados ASCII; e SURFER (*Golden Software Inc.*, 1997): interpolação e Spring 4.3, para tratamento de imagem e digitalização da drenagem.

Para digitalização da drenagem foram geradas imagens sombreadas, produtos da SRTM. A partir de testes, chegou-se a três produtos com maior contraste para a definição e delimitação dos cursos d'água. Estas imagens possuem diferentes parâmetros de iluminação: azimute, elevação e exagero. O primeiro define a posição da fonte luminosa, o segundo, o ângulo desta fonte em relação à superfície e o terceiro define o acréscimo da escala vertical do terreno.

A digitalização visual da drenagem foi realizada sobre os três produtos resultantes com os seguintes parâmetros: *Imagem 1* - Azimute : 270° e elevação: 90°, *Imagem 2* - Azimute: 270° e elevação: 45°, *Imagem 3* – Azimute: 10° e 70°. Todas com o valor 70 para exagero vertical.

A detecção de possíveis deformações neotectônicas foi elaborada através de alguns parâmetros morfométricos, onde se destaca o Índice RDE (Relação Declividade vs. Extensão), proposto inicialmente por Hack (1973) sob designação de índice SL (Relação *Slope vs. Length*), . Este índice já foi aplicado em análises de cunho neotectônico em diversos contextos geológicos.

A análise neotectônica empreendida foi construída com base no emprego do índice RDE local (RDE segmento ou RDEs) aplicado em segmentos de drenagem, estabelecidos com base em isoípsas produzidas através do MDE (produto SRTM). O índice RDE correlaciona-se com os níveis de energia da corrente, refletida na sua capacidade de erodir o substrato e/ou transportar a carga sedimentar. Esta energia é proporcional à declividade da superfície por onde flui o curso d'água e a descarga naquele trecho. Este segundo fator é considerado diretamente proporcional ao comprimento da drenagem.

Os índices RDEs são indicadores sensíveis de mudanças na declividade de um canal fluvial, que podem estar associadas a desembocaduras de tributários, a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato rochoso e/ou à atividade tectônica. Uma

análise prévia como a eliminação de fatores litológicos ou a eventual presença de tributários de porte como agentes causativos da elevação no índice RDE, pode identificar a atuação de processos neotectônicos.

Dessa forma, as chamadas anomalias de RDE servem como um adequado indicador de áreas suspeitas de atividade deformacional recente, que pode estar ligada a soerguimento e/ou rebaixamento do substrato, e passam a constituir alvos para verificações de campo (ETCHEBEHERE et al., 2006).

O índice RDE é calculado da seguinte forma: $RDE = (\Delta h / \Delta l) \cdot L$

A diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água é representado por Δh ; O símbolo Δl representa a projeção horizontal da extensão do referido segmento ($\Delta h / \Delta l$ corresponde ao gradiente da drenagem naquele trecho). A letra L corresponde à distância deste segmento para o qual o índice RDE está sendo calculado e a nascente da drenagem. A **figura 4** indica uma ilustração deste cálculo.

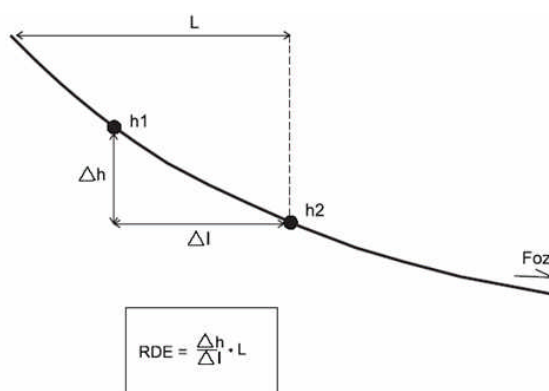


Figura 4. Parâmetros para o cálculo RDE. Os pontos **h1** e **h2** representam duas isoípsas subsequentes (ETCHEBEHERE et al., 2006).

O índice RDE pode ser calculado para toda extensão de um rio e para segmentos, como mostrado anteriormente. Para efetuar o cálculo de RDE por segmento é necessário calcular o RDE total. Este é obtido a partir da relação de toda extensão do curso d'água e a amplitude altimétrica total (diferença entre a cota da foz e a cota da cabeceira) e o logaritmo natural de toda extensão.

O cálculo de RDE por segmentos foi utilizado, pois permite uma avaliação com conotação mais local, com análise tectônica de detalhe. Visto que as manchas arenosas possuem certa dispersão nas bacias hidrográficas estudadas e a avaliação local se faz necessária.

Após os procedimentos de cálculo foi elaborado um mapa com a espacialização dos pontos de anomalias identificados e a sobreposição a uma imagem Landsat TM (composição colorida). Essa sobreposição visa verificar pontos de anomalias encontrados que podem ser descartados por outras possibilidades (presença de rochas mais resistentes à erosão e desembocadura de tributários de caudal expressivo) (ETCHEBEHERE et al., 2006).

Na prática os procedimentos são os seguintes: a) seleção dos cursos d'água de porte expressivo em relação a bacia hidrográfica, com extensão superior a 3 km; b) medição do comprimento das linhas de drenagens, com auxílio do operador métrico do SPRING 4.3, tabulando-se as diferenças altimétricas (equidistância de 20 m no caso das bases adotadas) e a extensão horizontal de cada segmento de drenagem compreendido entre duas isoípsas subsequentes; c) os valores formaram uma planilha eletrônica, na qual foram efetuados o cálculo dos índices RDE; d) as planilhas foram confeccionadas de maneira a relacionar os índices RDE de segmentos com o índice RDE total de cada curso d'água, o que possibilitou a definição de setores anômalos segundo critérios (SEEBER & GORNITZ, 1983 apud ETCHEBEHERE et al., 2006, p. 276), onde considera-se $RDE_s / RDE_t = 2$ como o limiar da faixa de anomalias. As anomalias foram classificadas como de 1º ordem ($RDE_s / RDE_t \cdot 10$) ou 2º ordem ($2 \cdot RDE_s / RDE_t \cdot 10$);

Uma cautela adicional foi tomada em relação à utilização dos índices RDE nas proximidades das cabeceiras de drenagem, que, em geral, representam setores com maior probabilidade de se encontrarem fora de equilíbrio, não refletindo adequadamente a energia cinética da drenagem. Levando em conta esta abordagem eliminaram-se os primeiros 800m de cada curso d'água

4. Resultados e discussões

As três imagens sombreadas utilizadas na digitalização da drenagem estão apresentadas na **figura 5** com distintos parâmetros de iluminação, apresentando as linhas de drenagem de um setor do Arroio Piraju sobre as diferentes imagens produzidas. A imagem C apresenta as bordas de relevo e áreas de acentuada declividade com tons escuros, já as áreas onde o terreno é mais plano os tons de cinza estão mais claros. A maior contribuição dessa imagem está na apresentação nítida das áreas de vales e de rupturas do relevo. Na imagem B, as áreas onde os níveis de cinza são mais claros são as faces voltadas para o norte e os tons mais escuros representam as faces voltadas para o sul. A inclinação do ângulo da fonte luminosa proporcionou uma expressão significativa da orientação do

relevo, dando uma idéia de visualização em terceira dimensão, onde a topografia do terreno é marcada com grande contraste.

A imagem A foi processada com uma sutil inclinação do ângulo da fonte luminosa que, atrelada à direção sul desta fonte realçou as linhas de encaixe dos cursos d'água. Esta imagem apresenta um gradual contraste, onde os cursos d'água estão representados pelos tons de cinza mais claros, apresentando uma falsa impressão de serem os interflúvios, devido à direção sul da fonte de luminosidade. As áreas representadas com tons mais escuros são as vertentes voltadas para o norte.

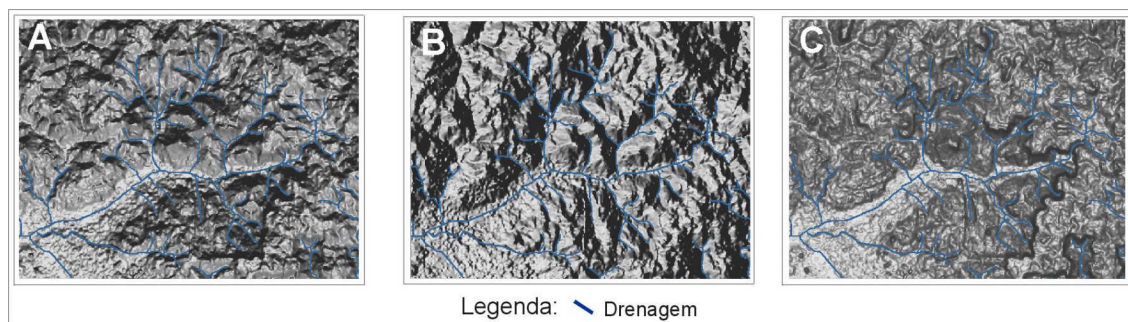


Figura 5. Drenagem sobre imagens sombreadas.

Nas variáveis levantadas e analisadas nos trabalhos anteriores (ANDRADES FILHO, C.; GUASSELLI, L. A. ; SUERTEGARAY, D. M. A, 2006, 2007) evidenciam-se relações que possivelmente exercem um controle sobre a formação dos areais.

A aplicação do índice RDE (Relação Declividade - Extensão) traz algumas respostas através da espacialização dos possíveis pontos de anomalias neotectônicas. Num primeiro momento foram calculados os índices RDE totais. De modo geral os valores de maior índice de RDE encontram-se no alto e médio curso das bacias hidrográficas em questão. Os areais ocorrem predominantemente no alto e médio curso dessas bacias e uma tendência geral de diminuição dos valores rumo ao ponto exutório das sub-bacias.

A **figura 6** expressa as possíveis anomalias neotectônicas, produto dos cálculos demonstrados anteriormente. Observa-se a proximidade de alguns pontos de anomalias com áreas de formação de areais, enquanto outros, não apresentam relação. Esse fato levantou a possibilidade de que os pontos, não relacionáveis, com arenização estejam associados presença de diferentes resistências a erosão hidráulica do substrato rochoso e desembocadura de tributários de caudal expressivo (ETCHEBEHERE et al., 2006), sendo estes indicados no mapa através dos círculos cinzas.

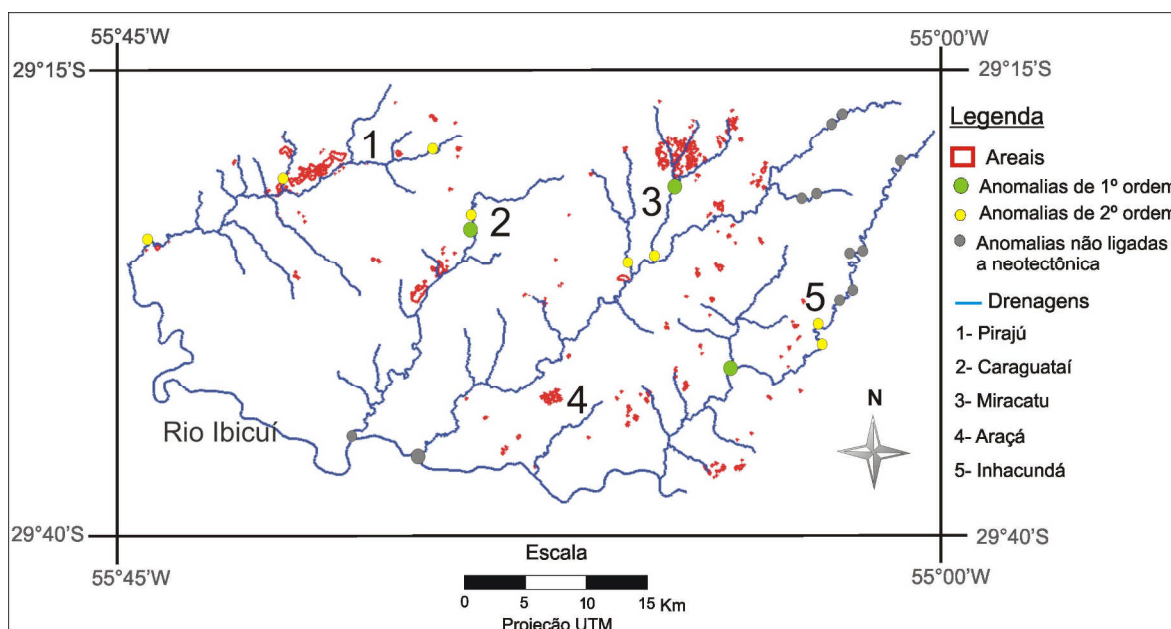


Figura 6. Anomalias de RDEs nas bacias hidrográficas da área de estudo (ANDRADES FILHO, 2007).

A análise da **figura 6** permite observar que no setor sul ocorrem dois pontos de anomalias que provavelmente não estejam ligados a neotectônica, pois eles ocorrem na área de desembocadura do Arroio Caraguataí e Miracatu, tributários do Rio Ibicuí e se encaixam na caracterização de desembocadura de tributários de caudal. Já no setor nordeste ocorre uma série de pontos, sem relação com a neotectônica. Estes podem estar vinculados à presença de diferentes resistências a erosão hidráulica do substrato rochoso. Observa-se que não há focos de arenização muito próximos a estes pontos.

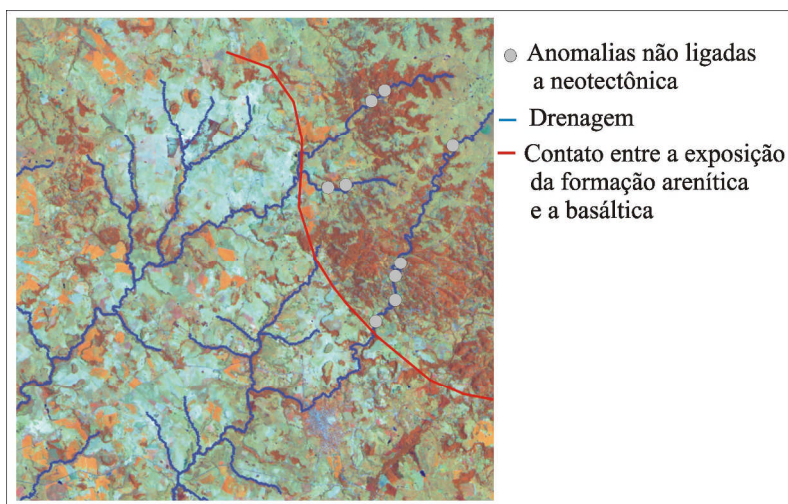


Figura 7. Pontos de anomalias ligados a diferentes características de formações rochosas.

Na **figura 7** apresenta-se a localização dos pontos de anomalias no setor nordeste da área de estudo, onde a linha vermelha representa grosseiramente a área de

contato entre as duas diferentes formações rochosas. No setor superior está a formação basáltica associada a um topo relativamente plano e a rugosidades das encostas com cobertura vegetal de matas. Neste setor os tons de cinza da imagem são mais escuros que no setor inferior, onde ocorre o afloramento do arenito e uma grande formação de areais, sendo este apresentado na imagem por tons de cinza mais claros. A sobreposição dos pontos de anomalias sobre a imagem mostra que estes ocorrem na área de contato entre os diferentes tipos de rocha indicados, sendo que a diferente dinâmica/resistência a erosão característica de cada tipo de rocha pode ser a explicação mais provável para indicação dessas áreas como anômalas e não a neotectônica como em outros pontos identificados.

Excluindo os casos citados anteriormente, observa-se que os demais pontos de possíveis anomalias neotectônicas identificados nos cursos d'água localizam-se próximos a áreas de arenização o que permite indicar uma relação entre essas variáveis (**Figura 8**). Portanto, compartilhando da idéia de TRAININI (2005), há possibilidade de que soerguimentos por falha, pela exposição do arenito e a conseqüente busca do nível de base de erosão existente antes do soerguimento, desencadeiam o processo de arenização, na medida em que os areais têm sua origem associada à formação de fluxos concentrados em canais (ravinas e voçorocas).

A aproximação entre pontos de anomalias e áreas de arenização é demonstrada na **figura 8**. O setor representado com a letra **A** localiza-se na bacia do Inhacundá, o setor **B** na porção norte do Miracatu e o setor **C** apresenta uma significativa área de arenização na bacia do Caraguataí.

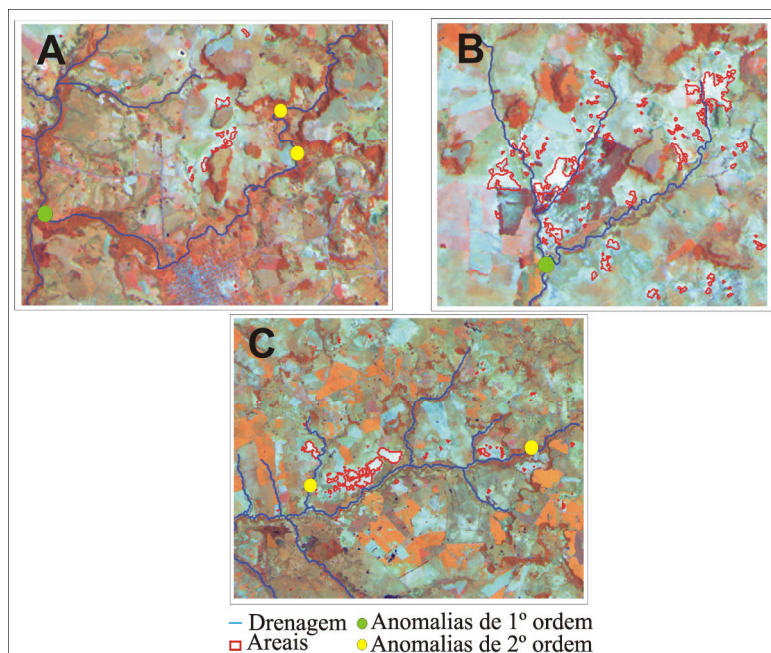


Figura 8. Setores das bacias hidrográficas com ocorrência de areais e pontos de anomalia.

5. Conclusões

A imagem SRTM foi fundamental na elaboração neste trabalho. A técnica de sombreamento de imagens permitiu a definição das drenagens utilizando a melhor definição do relevo a partir de diferentes abordagens de processamento. O modelo digital de elevação (MDE) produto da imagem SRTM foi a base do estudo da neotectônica na área, permitindo a identificação de possíveis pontos de anomalias neotectônicas. O modelo apresenta-se como uma importante ferramenta, visto que dinamiza o processo de obtenção dos dados de extensão e declividade dos segmentos de drenagens estudados.

A identificação de possíveis pontos de anomalias neotectônicas próximos às áreas de focos de arenização indica uma relação entre as anomalias e os areais. Portanto, há possibilidade de que soerguimentos e/ou rebaixamentos por falha, a exposição do arenito e a conseqüente busca do nível de base de erosão existente antes do soerguimento, desencadeiam o processo de arenização. As ravinas e voçorocas são os elementos genéticos da formação dos areais e a busca do nível de base ocorre justamente pela intensificação destes processos erosivos.

Referências bibliográficas

ANDRADES FILHO, C. O. ; SUERTEGARAY, D. M. A. ; GUASSELLI, L. A. (2006). Arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul: Investigação sobre a relação entre areais, drenagem e orientação do relevo.. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia Regional / Conference on Geomorphology, Goiânia - GO. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia / Regional Conference on Geomorphology, IAG/UGB. 12 p.

ANDRADES FILHO, C. O; GUASSELLI, L. A. ; SUERTEGARAY, D. M. A. (2007) Investigação sobre a relação entre lineamentos estruturais e a ocorrência de areais no sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal - RN. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. v. XII. p. 243-257.

ANDRADES FILHO, C. O. (2007) Arenização e tectônica: Contribuição estrutural ao estudo da gênese dos areais no sudoeste do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 54 p

ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SAAD, A. R. ; SANTONI, G. C. ; CASADO, F. C. ; FULFARO, V. J. (2006). Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. Geociências (São Paulo), v. 25, p. 271-289.

FARR, T. G. & KOBRICK, M. (2000) Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data, Amer. Geophys. Union Eos. v. 81, p. 583-585.

FRASCA, A. A. S. (1996) Aplicações de Sensoriamento Remoto e análise de lineamentos em estudos tectônicos na região de São Francisco de Assis, Porção da Borda Meridional da Bacia do Paraná, RS. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Porto Alegre, 105 p.

- GOLDEN SOFTWARE. (1995) Surfer Version 6.01- Surface Mapping System. Golden: Golden Software, Inc.
- HACK, J. T. (1973) Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal Research of the U. S. Geol. Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429.
- RESEARCH, Systems Inc. (2002) Environment for Visualizing Images – ENVI Version 3.6. Colorado: Boulder, 126p.
- SPRING (1996) Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza R. C. M, Freitas U. M, Garrido J., Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- SUERTEGARAY, D. M. A.. (1987) Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, instituição de defesa de tese. A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí – RS. São Paulo: USP, 1987. 243F.IL.Mapas. Tese de doutorado: Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, BR-SP. Orientador: ABREU, Adilson Avansi de.
- SUERTEGARAY, D. M. A. (1998) Deserto Grande do Sul: Controvérsias. 2.ed. Porto Alegre/RS:Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 109 p.
- SUERTEGARAY, D., GUASSELLI, L. & VERDUM, R. (org.) (2001) Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento do Governo do estado do Rio Grande do Sul. 1. V. Mapas, 84 p.
- SUGUIO, K. (1999) Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais (Passado + Presente = Futuro?). São Paulo, SP: Paulo's Editora. 366 p.
- TRAININI, D. R. (2005) A influência da neotectônica no assoreamento de bacias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16. João Pessoa, 2005. Anais... João Pessoa: ABRH, CD-ROM.
- VALERIANO, M. (2004) Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE-10550-RPQ/756). 72 p.