

Análise dos Fragmentos da Cobertura Arbórea na Bacia do Rio da Várzea utilizando imagens CBERS-2 e Fragstats

Nelson Zang^{1,2}
Tania Maria Tonial²
Marcos Antonio Ritterbuch²

¹ Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - FELIS
Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften
Abteilung für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme
Tennenbacherstr. 4 -D-79106 Freiburg, Germany
nelson.zang@felis.uni-freiburg.de

² Laboratório de Geoprocessamento – URI-FW
Rua Assis Brasil, 709 - 98.400-000 – Frederico Westphalen- RS, Brasil
{zang, tonial, ritterbuch}@fw.uri.br

Abstract. This paper presents a pixel based forest coverage evaluation of the river Várzea watershed by FRAGSTATS metrics and CBERS-2 images. For the classification were used six parameters of the **Class Metrics** category and five parameters from the **Land Metrics** category. The area has 13,271.29 km² with a forest coverage of 27,03%. The area is highly fragmented and consists of 90,219 forest fragments that have a mean area of 2,8ha.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, CBERS-2 images, Fragstats, sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia.

1. Introdução

A ação antrópica tem provocado alterações profundas no habitat. Muitas delas são difíceis de serem estimadas numa amplitude de área maior, de forma objetiva, por parca disponibilidade de materiais e, ainda, pela limitação dos recursos computacionais disponíveis.

A disponibilidade gratuita de imagens obtidas pelo Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres – CBERS (Epiphany, 2005), cobrindo áreas maiores, permitem obter uma compreensão e auxilia na tomada de decisão com vistas a um planejamento ambiental mais consistente, cobrindo bacias hidrográficas maiores a um custo mais em conta.

A expansão agrícola e o crescimento urbano provocou uma fragmentação da vegetação nativa. A fragmentação tem danos muitas vezes irreversíveis. A sobrevivência de muitas espécies nos fragmentos é inviabilizada por dificuldades na cadeia alimentar (Forman e Godron, 1986). A manutenção destes fragmentos bem como de corredores ecológicos são alternativa para a conservação daqueles e proporcionar a preservação de espécies diversas (Martins et al., 1998).

O programa Fragstats proporciona diversas métricas agrupadas em: de área/densidade/orla, forma, área de núcleo, proximidade e isolamento, contraste, contágio/difusão, diversidade e conectividade. Elas podem ser agrupadas ainda em: de mancha, de classe e de paisagem (Couto, 2004 e McGarigal et al., 2002). O seu uso, entretanto, ainda é limitado pelos recursos computacionais disponíveis, conforme reconhecem os autores do programa em sua página na internet, especialmente em áreas maiores e com a incorporação de um maior número de métricas.

Este artigo apresenta a utilização de técnicas estatísticas proporcionadas pelo Fragstats junto com imagens geradas pelo CBERS-2, na avaliação da cobertura arbórea na bacia hidrográfica do Rio da Várzea. A área, incluindo todos os municípios envolvidos, apresenta uma extensão aproximada de 170 km com uma largura média de 78 km.

2. Materiais e Métodos

A área do presente trabalho está localizada no Rio Grande do Sul, entre os paralelos 27°15' e 28°21' de latitude sul e os meridianos 52°30' e 53°2' de longitude oeste, com uma extensão de 13.271,29 km², 4,71% da área estadual e inclui todos os 53 municípios com área na Bacia do Rio da Várzea (**Figura 1**). Estes correspondem a 10,69% dos 496 municípios do estado (FEE, 2006).

Foram utilizadas cinco imagens CCD/CBERS duas (160/130 e 160/131) adquiridas no dia 30 de agosto de 2004, duas (159/131 e 159/132) adquiridas no dia 12 de julho de 2004 e uma (161/130) adquirida em 06 de julho de 2004. O intervalo de menos de 60 dias pressupõe não ocorrer alterações substanciais na cobertura arbórea e dos cursos de água da bacia hidrográfica. As imagens foram devidamente georreferenciadas tomando por base as cartas da Diretoria de Serviço Geográfico – DSG. Foi montado o mosaico das áreas de interesse por órbita (mesma data) e, posteriormente, agregando à 160 as órbitas 159 e 161. A área é caracterizada como de Floresta Subtropical Latifoliada ou Floresta Latifoliada Decidual, também denominada "Mata Subtropical do Alto Uruguai" (Missio, 2003).

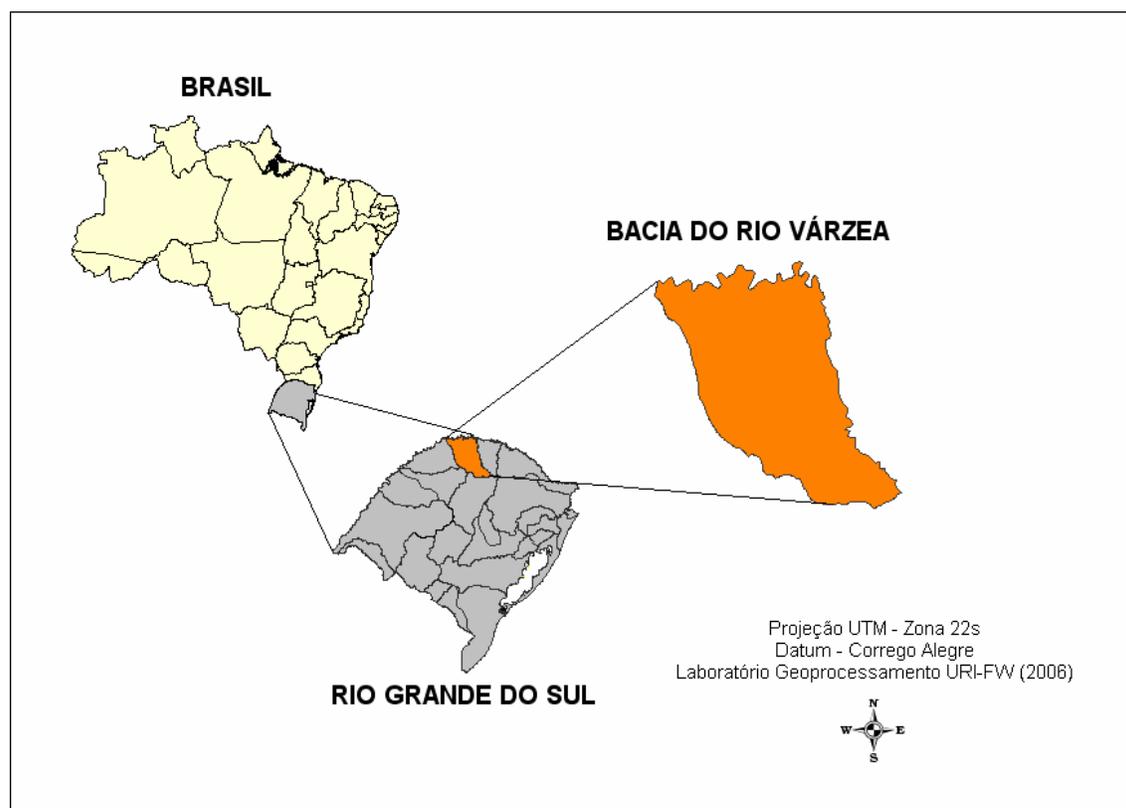


Figura 1 – Identificação dos limites das bacias hidrográficas no Rio Grande do Sul e localização da área de estudo

Com base no mosaico georreferenciado, obtido com as diversas cenas, coletou-se áreas de treinamento, para proceder a classificação dos usos da terra. Foram identificados cinco usos principais: mata, solo exposto, agricultura, pastagem e água. Estes, posteriormente, foram agrupados com base em uma reclassificação de valores de pixel, resultando nos três usos considerados: mata, antrópico e água. Para esse procedimento utilizou-se o SIG Idrisi 14.0 (Kilimanjaro), através das funções *Digitize*, *Makesig*, *Maxilike* e *reclass*.

4. Resultados e Discussão

A **Figura 2** apresenta os usos da terra da área em estudo. Os municípios apresentam 25,32% da área com cobertura arbórea (identificada como vegetação), 72,70% de uso antrópico e 1,98% de água (**Tabela 1**). A participação da mata sobe para 27,03% na Bacia do Rio da Várzea, o uso antrópico cai para 71,78% e o da água para 1,19%. Esta alteração ocorre por a maior parte da cobertura arbórea mais densa ocorrer dentro da bacia e a maior área com água (Barragem do Rio Passo Fundo) ocorrer fora da Bacia do Rio da Várzea.

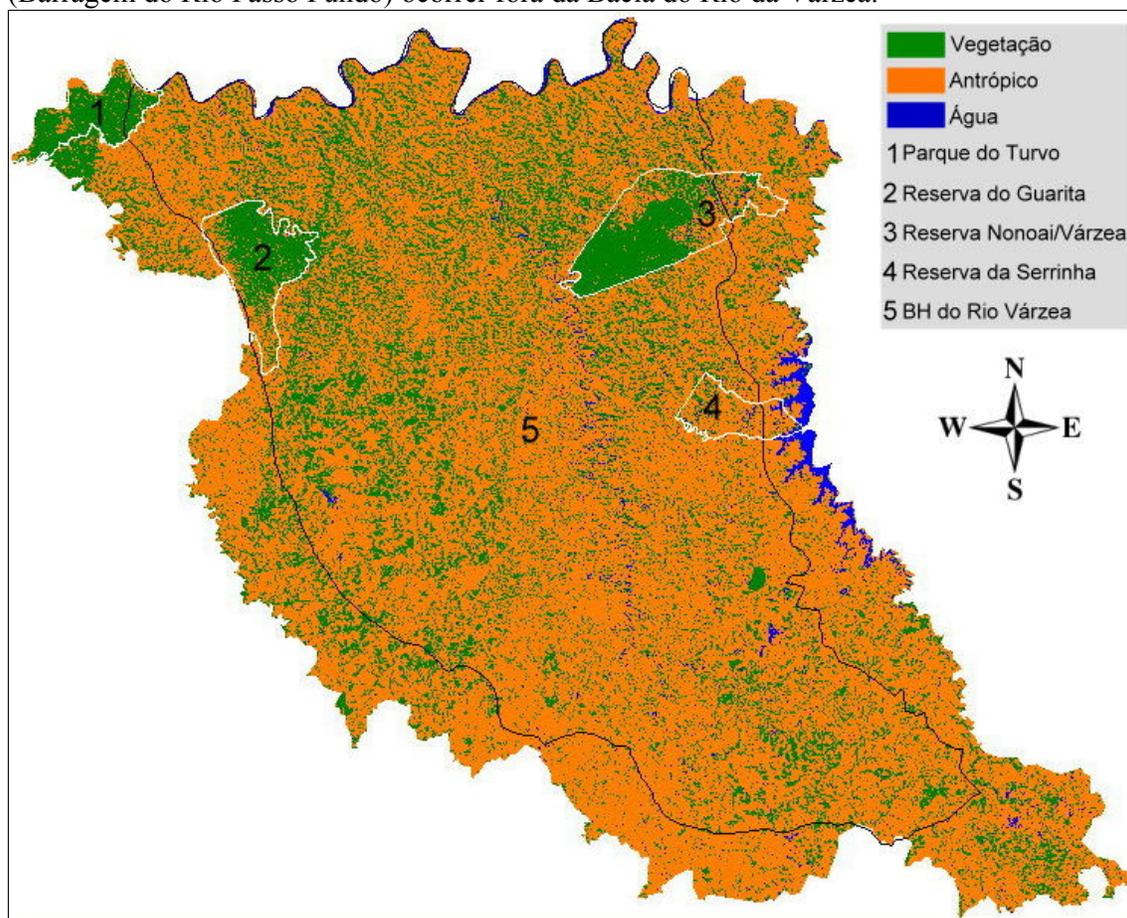


Figura 2 – Identificação da cobertura arbórea, uso antrópico e água nos municípios que possuem área na Bacia do Rio da Várzea, imagens CBERS-2, 2004.

A área total estimada de mata é de 336.041 hectares, com maior concentração nas áreas identificadas com os números 1 (Parque Florestal Estadual Do Turvo), 2 (Reserva Indígena do Guarita) e 3 (Reserva Indígena de Nonoai/Várzea). A área de mata estimada por Missio et al. (2003) no Parque Florestal Estadual do Turvo foi de arredondados 17.000 hectares no parque e entorno no período de 1984 a 1999. Considerando que Stefanello et al. (2003), Piaia et al.

(2004) e Silva et al. (2004) encontraram nas reservas de Guarita, Nonoai/Várzea e Serrinha, respectivamente, arredondados, 15.000, 19.000 e 2.000 hectares, num total de 53.000 hectares, se encontram nestas áreas aproximadamente 15% do total calculado de mata da área em estudo. A área com água deve estar subestimada pelo fato de tanto a precisão da imagem (20 metros por pixel) quanto a cobertura arbórea muitas vezes, dificultarem a sua identificação. A pouca precisão dos limites utilizados para os municípios (IBGE, 2006), também não permite computar a metade do Rio Uruguai, na maior parte da extensão em que este faz o limite.

Tabela 1 – Usos da terra nos municípios e na Bacia do Rio da Várzea, em km² e em percentual, imagens CBERS-2, 2004.

Usos	Bacia do Rio da Várzea		Municípios	
Mata	2.521,82	27,03%	3.360,41	25,32%
Antrópico	6.696,35	71,78%	9.648,54	72,70%
Água	110,62	1,19%	262,34	1,98%
Totais	9.328,79		13.271,29	

A Bacia do Rio da Várzea, objeto de detalhamento com o programa Fragstats, cujas métricas são discutidas nos parágrafos seguintes, é delimitada pela linha preta contínua.

A paisagem em estudo apresenta área total de 932.879 ha (**Tabela 2**) compreendidos na Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea. Analisando-se a percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (22,54%), poderia-se concluir que existem poucas manchas, porém, não é essa a realidade. Como a classe de uso denominada Antrópico é predominante, representando a matriz dos usos da terra, as manchas dessa classe apresentam ligações entre si, sendo recortadas pelas duas outras classes (Mata e Água).

A avaliação do atual estado da degradação antrópica da paisagem da bacia, mostra a fragmentação em que a mesma se apresenta. Em cada 100 ha da paisagem, encontra-se em média, 16,36 manchas, evidenciando reduzido tamanho médio de cada mancha (6,11 ha).

Tabela 2 - Métricas referentes a paisagem geradas no software Fragstats.

Métricas	Valores Obtidos
TA – Área Total da Paisagem (ha)	932.879
NP – Número de manchas	152.598
PD – Número de manchas em 100 ha de paisagem	16,36
LPI – Percentagem da paisagem ocupada pelo maior mancha (%)	22,54
AREA_MN – Tamanho Médio das manchas (ha)	6,11

Esses valores são devidos ao uso intensivo do solo em práticas agrícolas, aliados a urbanização da região, o que poderá implicar na eliminação desses fragmentos. Oliveira et al. (1997) observaram que remanescentes tão diminutos não tem capacidade de proteger a biodiversidade, podendo rapidamente transformar-se em habitat-borda. Para Metzger (1999), quando a área dos fragmentos diminui resulta na diminuição da diversidade biológica. Os tipos de borda na paisagem aumentam a medida que a textura do mosaico se torna menor.

A classe de uso da terra identificada como mata apresentou um total de 252.182 ha, **Tabela 3**, representando 27,03% da bacia. Essa área esta dividida em 90.129 fragmentos, evidenciando o tamanho reduzido dos mesmos. De acordo com Bender et al (1998) em situações nas quais a fragmentação cria um grande número de fragmentos a partir de um

sistema contínuo, as espécies que ocupam o interior do fragmento deverão sofrer um declínio em suas populações, pois estarão atuando em conjunto os efeitos do tamanho do fragmento e da perda de habitats.

A relação da área total da classe mata com o número de fragmentos, define o tamanho médio dos fragmentos da classe. Na bacia em estudo, o tamanho médio dos fragmentos de mata é de 2,8 ha. De acordo com Tonial (2003) pode-se constatar que o número de fragmentos de áreas naturais nas bacias hidrográficas, o tamanho reduzido dos fragmentos, a falta de corredores para conectar estas áreas a estrutura fundiária são os principais fatores que limitam a sustentabilidade ambiental das mesmas.

Tabela 3 - Métricas referentes a classe vegetação (Mata) geradas no software Fragstats.

Métricas	Valores obtidos
CA – Área da Classe (ha)	252.182
PLAND – Percentagem da Paisagem	27,03
NP – Número de Fragmentos	90.129
PD – Número de fragmentos em 100 ha de paisagem	9,66
LPI – Percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	0,8
AREA_MN – Tamanho Médio dos Fragmentos (ha)	2,8

Outra característica que evidencia o tamanho reduzido dos fragmentos da classe mata, é a quantidade de fragmentos em 100 ha da paisagem (9,66), representando mais da metade do número total de manchas da bacia, que totaliza 16,36. A percentagem que o maior fragmento da classe mata ocupa, 0,8%, também evidencia a redução na área dos fragmentos. Segundo Macgarigal & Marks (1995) quanto menor for o tamanho médio dos fragmentos, mais fragmentada é a paisagem.

O número elevado de fragmentos pode ser positivo se for considerado que facilita o deslocamento de pequenos mamíferos e de aves de pequeno porte. Por outro lado, fragmentos pequenos não conseguem dar suporte a espécies de tamanho maior. A fragmentação do habitat também ameaça a existência de espécies de modos mais sutis. Primeiro, a fragmentação pode eliminar o potencial de uma espécie para dispersão e colonização. Muitas espécies de pássaros, mamíferos e insetos do interior dos fragmentos não atravessarão nem mesmo faixas estreitas de ambiente aberto, por causa do perigo de predação, como resultado muitas espécies não recolonizam os locais onde as populações originais foram retiradas Primack (2001).

5. Considerações finais

Os municípios apresentam 25,32% da área com cobertura arbórea, 72,70% com características de uso antrópico e 1,98% de água. A participação da mata sobe para 27,03% na Bacia do Rio da Várzea, o uso antrópico cai para 71,78% e o da água para 1,19%.

Aproximadamente 15% da cobertura arbórea se concentra em quatro reservas, uma florestal e três indígenas. Foram identificados mais de 90.000 fragmentos de mata com uma área média de 2,8 hectares.

Os resultados da análise dos fragmentos da cobertura arbórea na Bacia do Rio da Várzea mostram o processo resultante da ação antrópica, onde houve a redução da área de habitats grandes e contínuos e divisão de habitats remanescentes em fragmentos menores. Mostra ainda uma paisagem altamente modificada ou degradada, com presença de culturas agrícolas

ou outros usos do solo. A paisagem encontra-se com diminuição da diversidade biológica, redução da área de ecossistemas naturais, distúrbio no regime hidrológico da bacia e erosão do solo.

A análise dos corredores ecológicos necessitam ser feitos com maior grau de detalhamento nas imagens. O foco inicial de estudo pode ser a área da Bacia do Rio da Várzea localizada ao norte de uma linha imaginária interligando o limite sul das reservas indígenas do Guarita e Nonoai/Várzea, se concentrando nos cursos de água e a sua cobertura vegetal. Esta área corresponde aproximadamente as áreas de transição e de amortecimento, assim denominadas pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2006)

Referências

Couto, Paula. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em Fragstats. In: **Investigação Operacional**, v. 24, n.1, p. 109-137, Junho de 2004. Disponível em <<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/iop/v24n1/24n1a07.pdf>>. Acesso em 31 de outubro de 2006.

Epiphanyo, J. C. N. CBERS – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 915-922. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.19.28/doc/915.pdf>>. Acesso em 31 de outubro de 2006.

FEE - Fundação de Economia e Estatística **Estado**. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_estado_mapa_1.php>. Acesso em 31 de outubro de 2006.

Forman, R.T.T. e Godron, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.

IBGE **Mapeamento Cartográfico** Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2001/RS/>. Acesso em 31 de outubro de 2006.

Martins, A.K.E.; et al.. Uso de um Sistema de Informações Geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 373-380, 1998.

McGarigal, K. e Marks, B.J. **Fragstats**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. Forest Service General Technical Report PNW: 351. Portland, OR USA, 1995.

McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel, and E. Ene.. **FRAGSTATS**: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em <www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em 31 de outubro de 2006.

Metzger, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1999.

Missio, E. **Proposta conceitual de Zoneamento ecológico-econômico para o Município de Frederico Westphalen-RS**. São Carlos – SP, Brasil. Tese de Doutorado. PPG-ERN/UFSCar, 2003

Missio, E.; Souza, C.; Markoski, P. R. . Caracterização Ambiental Do Parque Florestal Estadual Do Turvo - Derrubadas - Rs. In: **VII Seminário de Integração de Pesquisa e Pós-Graduação**, 2003, Santo Ângelo. Anais - VII Seminário de Integração de Pesquisa e Pós-Graduação. Santo Ângelo : Ed. da URI, 2003. v. único. p. 66-78.

Oliveira, L. M. T. Et al. Diagnóstico de fragmentos florestais nativos, em nível de paisagem, Eunápolis-BA. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n. 4, p. 511-520, 1997.

Piaia, M. F. ; Zang, N. . Caracterização e Evolução do Uso do Solo da Reserva Indígena de Nonoai. In: **X Seminário Institucional de Iniciação Científica: ciências e tecnologias em defesa da vida, X Mostra de Iniciação Científica, IV Seminário de Rede de Estudo e Pesquisa em Desenvolvimento Sustentável, II Seminário e II Mostra de Extensão**, 2004, Frederico Westphalen. Anais do X Seminário Institucional de Iniciação Científica: ciências e tecnologias em defesa da vida, X Mostra de Iniciação Científica, IV Seminário de Rede de Estudo e Pesquisa em Desenvolvimento Sustentável, II Seminário e II Mostra de Extensão. Frederico Westphalen : Editora da URI/FW, 2004. v. 1. p. 261.

Primack, R. B. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001

SEMA, **Unidades de Conservação** <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/bio.htm>>, acessado em 31 de outubro de 2006.

Silva, C. D. et al.. Cobertura Vegetal da Reserva Indígena da Serrinha. In: **X Seminário Institucional de Iniciação Científica: ciências e tecnologias em defesa da vida, X Mostra de Iniciação Científica, IV Seminário de Rede de Estudo e Pesquisa em Desenvolvimento Sustentável, II Seminário e II Mostra de Extensão**, 2004, Frederico Westphalen. Anais do X Seminário Institucional de Iniciação Científica: ciências e tecnologias em defesa da vida, X Mostra de Iniciação Científica, IV Seminário de Rede de Estudo e Pesquisa em Desenvolvimento Sustentável, II Seminário e II Mostra de Extensão. Frederico Westphalen : Editora da URI/FW, 2004. v. 1. p. 136

Stefanello, A. L., Zang, N., Holzshuch, M. L. Evolução da Cobertura Vegetal da Reserva Indígena do Guarita. In: **Revista de Pesquisa e Pós-Graduação**, v. 4, n. 4, p. 1-8, 2003.

Tonial, T. M. **Dinâmica da Paisagem na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. São Carlos – SP, Brasil. Tese de Doutorado. PPG-ERN/UFSCar, 2003.