

## **ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO DO SOLO OCORRIDAS ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2011 NO RIO DOS SINOS – RIO GRANDE DO SUL – BRASIL**

*Rafael Gomes de Moura<sup>1\*</sup>, Bruna de Souza Chites<sup>2</sup> & Uwe Horst Schulz<sup>3</sup>*

**Resumo** – A integridade da estrutura da paisagem tem sido um fator de extrema importância quando se fala sobre recursos hídricos, tendo em vista que os rios integram tudo o que acontece nas áreas de entorno, considerando-se o uso e a ocupação do solo. O Rio dos Sinos, responsável pelo abastecimento de 32 municípios, sofreu forte antropização durante o período de colonização e segue até os dias atuais, sendo, num âmbito geral, um problema para a qualidade da água. O objetivo do estudo foi avaliar as mudanças na estrutura da paisagem, desde o ano de 1985 até 2011, a fim de identificar em qual período e em que localidade essas mudanças foram mais intensas, utilizando métodos de sensoriamento remoto para obtenção e análise dos dados.

**Palavras-Chave** – Ecologia da Paisagem, Rio Sinos e Sensoriamento Remoto.

### **MULTITEMPORAL ANALYSIS OF CHANGES IN LAND USE DURING THE YEARS BETWEEN 1985 TO 2011 IN SINOS RIVER - RIO GRANDE DO SUL - BRAZIL**

**Abstract** – The integrity of landscape structure has been an extremely important factor when talking about water resources, considering that the rivers integrate everything that happens in surrounding areas, considering the use and occupation of land. The Sinos River, responsible for the supply of 32 municipalities, suffered heavy human disturbance during the colonization period and continues to the present day, and, in a general context, a problem for water quality. The aim of the study was to evaluate changes in landscape structure, since the year 1985 until 2011 in order to identify what period and in what locality these changes were more intense, using remote sensing methods to obtain and analyze data.

**Keywords** – Landscape Ecology, Sinos River and Remote Sensing

### **INTRODUÇÃO**

A ocupação das bacias hidrográficas e, conseqüentemente, o uso da água alteram as características físico-químicas e ambientais, não apenas dos corpos d'água, mas também de suas margens e do seu entorno. Sendo assim, são poucos os cursos fluviais localizados fora das unidades de conservação que ainda mantêm suas condições naturais preservadas (Vieira *et al.*, 2007).

Os impactos ambientais sobre a rede hídrica manifestam-se com mais gravidade ainda nos tributários do Rio dos Sinos, que compõem uma rede hídrica de mais de 3000 km de extensão. Nestes mananciais de menor vazão, os efeitos da poluição aquática agem sinergicamente com a degradação dos habitats, diminuindo a diversidade da fauna de peixes (Costa & Schulz, 2010). Pesquisas recentes demonstram que o entorno dos rios e arroios exerce uma influência forte sobre a composição da fauna aquática. O uso do solo em áreas rurais e urbanas inclui alterações físicas da

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Biologia – UNISINOS, biorgm@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Ciências Biológicas -UNISINOS, brunachites@bol.com.br

<sup>3</sup> Professor do Programa de Pós Graduação em Biologia – UNISINOS, uwe@unisos.br.

paisagem e o lançamento de poluentes. As consequências destes impactos nos tributários menores são mais graves do que na calha principal e causam, nos casos mais graves, a extermínio de peixes (Costa *et al* 2006).

Matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana. São importantes também como corredores ecológicos, ligando fragmentos florestais e, portanto, facilitando o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre as populações de espécies animais e vegetais. Em regiões com topografia acidentada, exercem a proteção do solo contra os processos erosivos (Botelho 1995).

A ecologia de paisagem visa estudar a estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (Farley 2012), sendo na atualidade uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Ela possibilita que a paisagem seja avaliada sob diversos pontos de vista, permitindo que seus processos ecológicos possam ser estudados em diferentes escalas temporais e espaciais (Teixido 2010).

O objetivo deste estudo foi avaliar, temporalmente, a ecologia da paisagem para todo o percurso do rio, desde o ano de 1985 até 2011, com o intuito de observar em que localidade e em que período essa antropização foi mais intensa, utilizando o sensoriamento remoto para a confecção e análise dos dados.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos é formada por 32 municípios e ocupa uma área de 3.820 km<sup>2</sup>. Está localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1), tendo o Rio dos Sinos, com seus 190 km de extensão como curso principal da bacia, que recebe cerca de 3,3 mil quilômetros de água de outros rios secundários, arroios e córregos (Becker *et al* 2011).

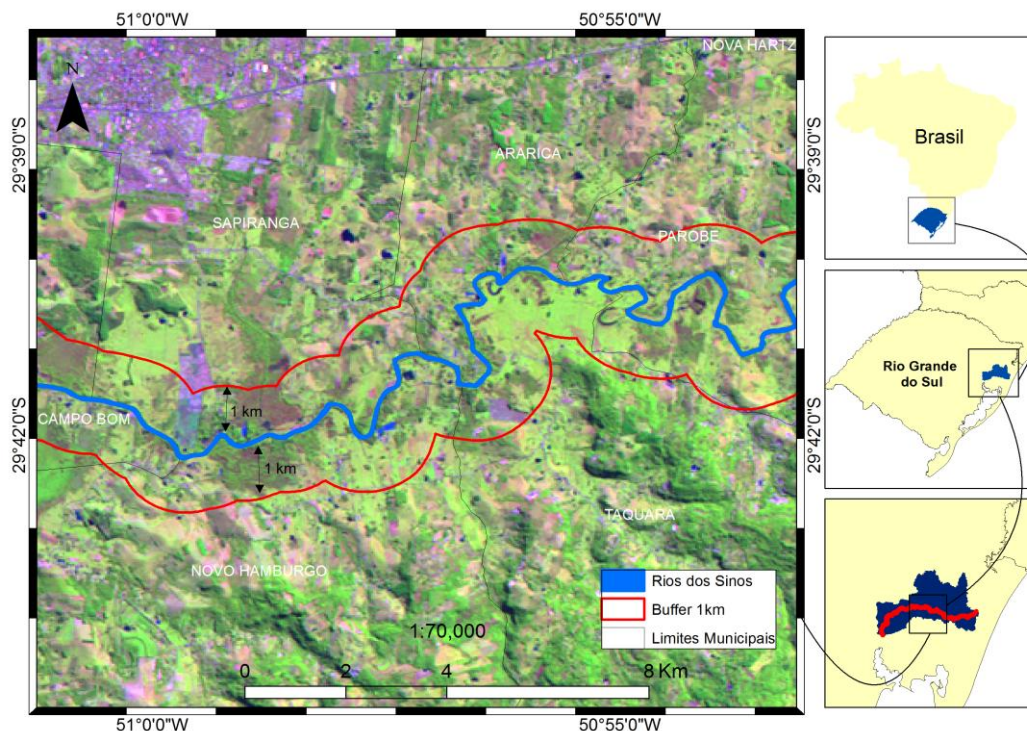


Figura 1 – Localização do Rio dos Sinos e exemplo de buffer de avaliação de 1 km largura num segmento do rio.

Para visualizar as mudanças de uso do solo ocorridas na bacia do Rio dos Sinos em 26 anos, foram utilizadas imagens LANDSAT 5 de 1985, 1995, 2005 e de 2011. Para quantificar as mudanças da paisagem, utilizamos o software ArcGIS 10, para gerar um *buffer* de 1000m (= largura total 1 km) no entorno do Rio dos Sinos, totalizando um área de 32.823 ha, no intuito de classificar o uso do solo no entorno da calha principal para a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Figura 1). Com a ferramenta *extract by mask*, cortamos as 4 imagens com *buffer* do Rio dos Sinos gerado. Estas imagens foram exportadas para o software de Sensoriamento Remoto (ENVI) e as classes de uso do solo foram definidas por efeitos de equalizações e composições das bandas de infravermelho (Ponzoni & Shimabukuro 2007) em: água, áreas úmidas, agricultura, urbanização, mata e campo (Figura 2).

A classificação da imagem de satélite foi realizada através da rotina supervisionada de classificação *Spectral Angle Mapper* (S.A.M), cuja técnica consiste em um mapeamento a partir do espectro de refletância, caracterizado por um vetor pertencente a um espaço multidimensional, onde o número de dimensões equivale ao número de bandas espectrais presentes na imagem.

As janelas com os recortes da classificação foram exportadas para o programa FRAGSTATS 4.1 (McGarigal & Marks 1995) para calcular: áreas das classes (CA), índice de fragmentação (IJI), índice de conectividade (CONNECT) e índice de contraste (CWED).

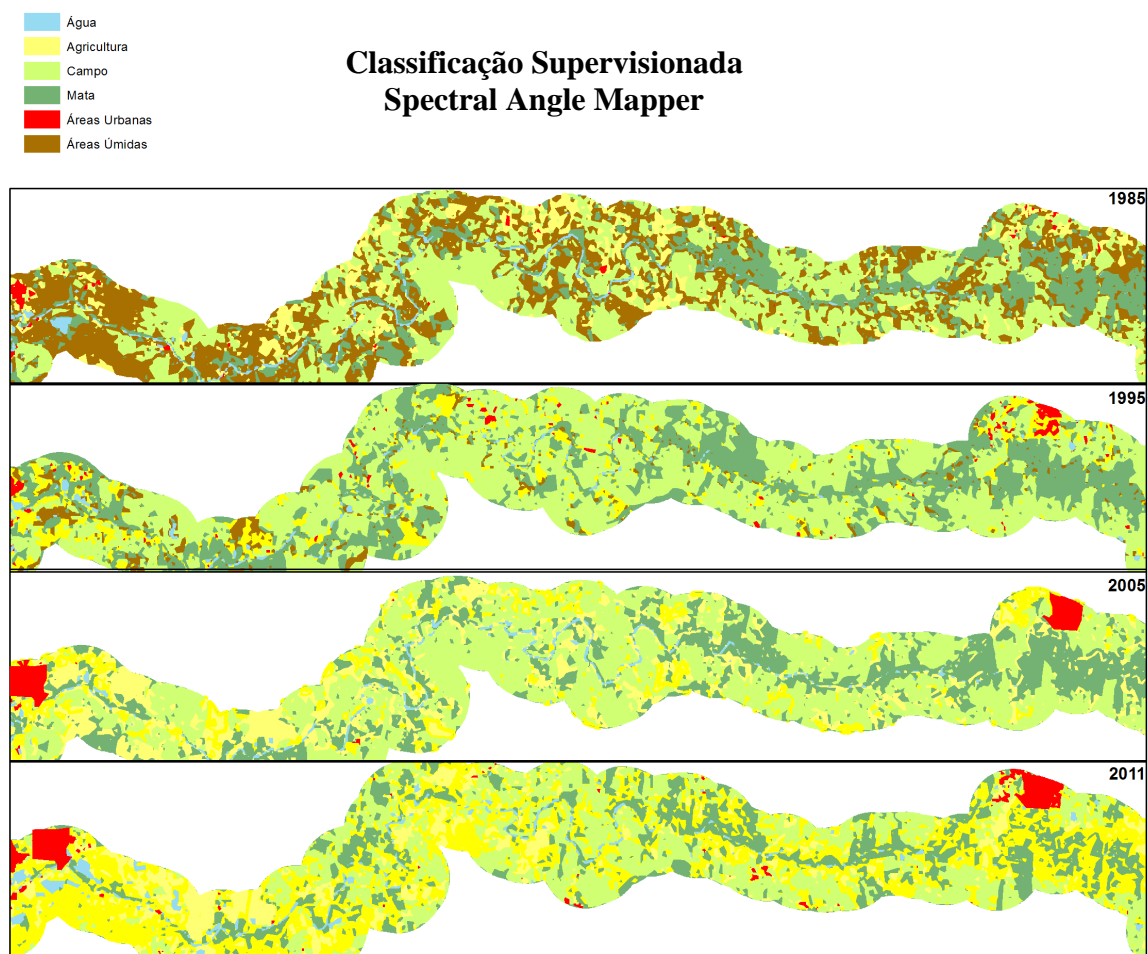


Figura 2 – Exemplo do Resultado da Classificação Supervisionada num segmento do buffer.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A área de ocupação urbana (Figura 3) mostra crescimento contínuo durante todos os anos em que foram analisados. Em 1985, a área urbana era de 1.503 ha e, em 2011, esta área aumentou para 10.547 ha. O crescimento da agricultura (Figura 4) aumentou consideravelmente, enquanto a ocupação por áreas úmidas (Figura 5) diminuiu aproximadamente 90%. As áreas de campo (Figura 6) teve um decréscimo em relação aos anos anteriores, provavelmente sofrendo pressão pelo avanço da urbanização e agricultura. A área da mata diminui também (Figura 7), como outras classes da paisagem do Rio dos Sinos, porém, em 1995, foi o ano em que a paisagem teve maior ocupação por vegetação arbórea (12.993 ha) em relação ao ano inicial (8264 ha) do estudo.

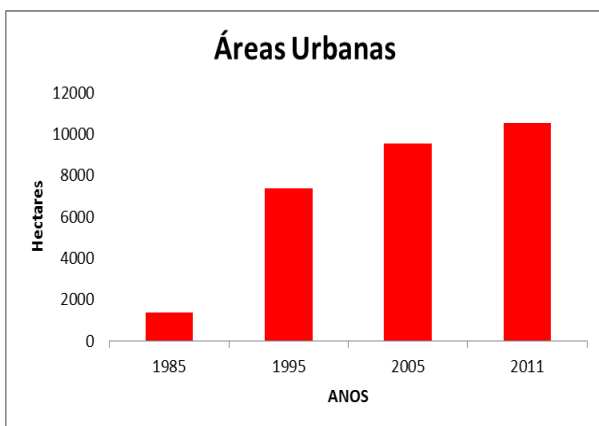


Figura 3 – Quantificação da ocupação das áreas urbanas durante os 26 anos

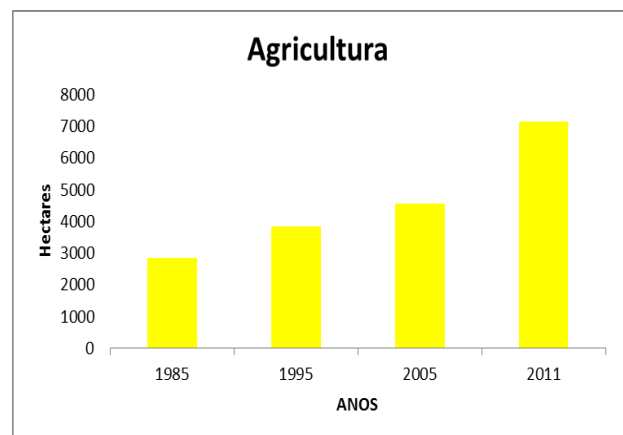


Figura 4 – Quantificação das áreas de agricultura durante os 26 anos.

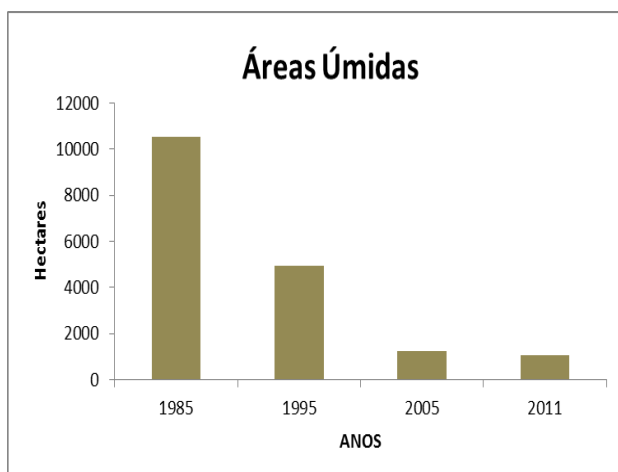


Figura 5 – Quantificação das áreas úmidas durante os 26 anos

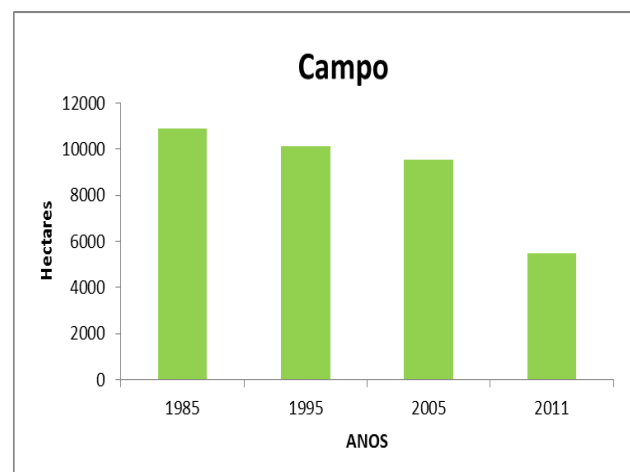


Figura 6 – Quantificação de áreas de campo durante os 26 anos

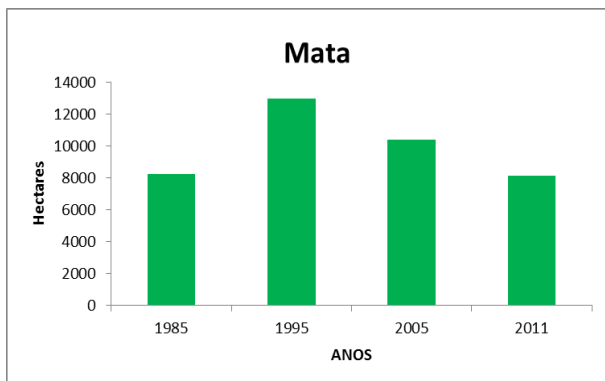


Figura 7 – Quantificação da área de mata durante os 26 anos

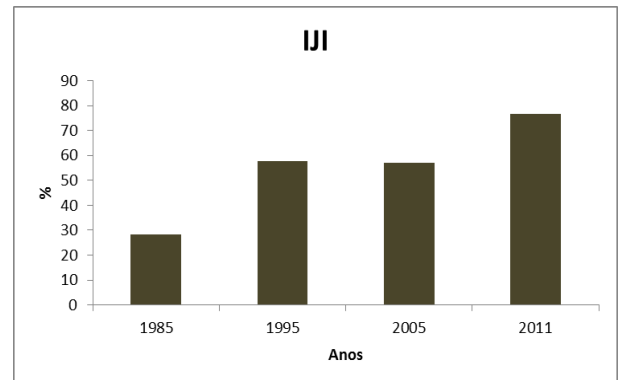


Figura 8 – Índice de fragmentação de mata

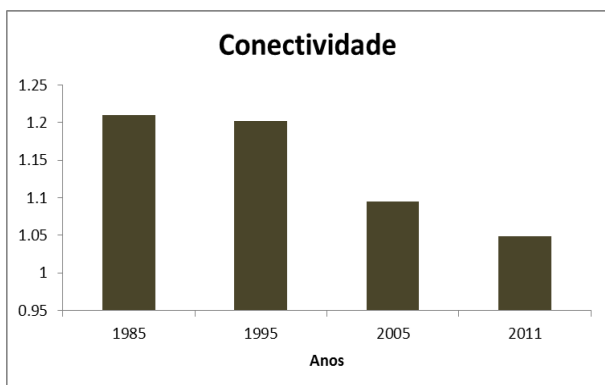


Figura 9 – Índice de conectividade da mata

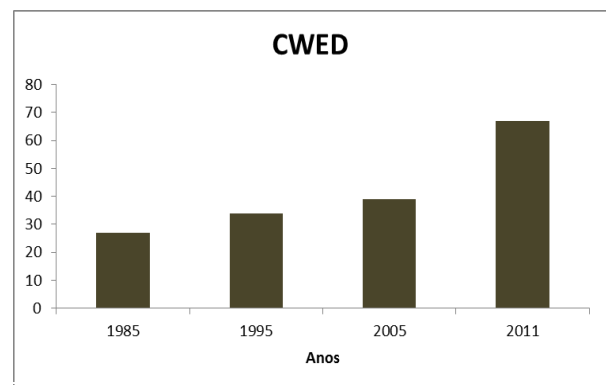


Figura 10 – Índice de contraste da paisagem do Rio dos Sinos

O índice de fragmentação (Figura 8) foi muito mais elevado em 2011, mesmo que em 1995 tenha apresentado uma maior quantidade de mata, mostrando que o processo de fragmentação da paisagem do Rio dos Sinos está num processo contínuo. A consequência do aumento da fragmentação é a diminuição da conectividade (Figura 9) esta mostra uma tendência de isolamento. O ano de 2011 mostra que a paisagem está com um contraste (Figura 10) elevado, comparando com os anos anteriores influenciados pelo crescimento das áreas urbanas e agricultura.

## CONCLUSÃO

As métricas utilizadas são capazes de nos fornecer informações sobre o desenvolvimento da paisagem no entorno do Rio dos Sinos, baseada no histórico de fragmentação e substituição da mata por atividades antrópicas de uma maneira geral.

Percebe-se que alterações como a perda de áreas úmidas para áreas urbanas e agricultura são mais comuns no trecho inferior da bacia, devendo ocorrer principalmente em razão de que o trecho superior é composto por vales, dificultando a realização deste tipo de ocupação.

As áreas das matas e áreas úmidas, importantes ecossistemas da região, estão seriamente ameaçadas em porções distintas da bacia do Rio dos Sinos, sofrendo pressões diferentes quanto ao uso do solo. Estas diferenças podem influenciar os processos ecossistêmicos e a diversidade de plantas, tanto em nível de bacia hidrográfica quanto localmente, por exemplo, em rios e arroios. Para indicar possíveis áreas prioritárias para conservação e restauração, informações mais detalhadas quanto à forma, tamanho e relevo são necessárias.

## REFERÊNCIAS

### a) Livro

PONZONI, F. J., SHIMABUKURO Y. E. (2007) Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos, Silva Vieira.

### b) Artigo em revista

BOTELHO, S.A; DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R. (1995) Propagação de espécies florestais. Lavras, UFLA, 41p.

BECKER J.C. 2011. Programa de Pós-graduação em Biologia – Unisinos, Instituto Martin Pescador; Almanaque Rio dos Sinos/ 1º ed., Novo Hamburgo, Grupo Editorial Sinos. p. 18 – 19.

BUHLER, F. B. (2011) Qualidade da água e aspecto sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do IATE e na região do SADA0, município de Cáceres (MT), Sob os enfoques quantitativos e perceptivos. Dissertação de Mestrado – Universidade do Estado de Mato Grosso.

COSTA, P.F.D.; SCHULZ, U.H.; (2010) The fish community as indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River basin, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 70, pp. 1195-1205.

FARLEY, K.A.; REVAH, O.; LINA; ATKINSON; EMILY, E.; GONZÁLEZ, E.; RICARDO, B; (2012) Changes in land use, land tenure, and landscape fragmentation in the Tijuana River Watershed following reform of the Ejido sector. Land Use Policy v. 29, pp. 187-197.

TEIXIDO, A. L., QUINTANILLA, L. G., CARREÑO, F., GUTIÉRREZ, D. (2010) Impacts of changes in land use and fragmentation patterns on Atlantic coastal forests in northern Spain. Journal of Environmental Management v. 91, p. 879–886.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS (1995) spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. 122 p.

### c) Artigo em anais de congresso ou simpósio

COSTA, P. F. DA ; KLEIN, G.F.; SCHULZ, U.H. (2006) Composição da Ictiofauna e monitoramento das alterações ambientais para a avaliação qualitativa dos arroios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. In: Mostra UNISINOS de Iniciação Científica, 2006, São Leopoldo. Mostra UNISINOS de Iniciação Científica.

VIEIRA, D. M.; TEIXEIRA, P. W. G. N.; LOPES, W. G. R. 2(2007) Identificação dos usos e ocupações do solo nas áreas de preservação permanente do rio Poti e sua compatibilidade legal no perímetro urbano de Teresina, Piauí-Brasil. In: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Anais. Fortaleza