

Modelagem Ambiental e dinâmica de uso e cobertura da terra na Bacia do Arroio Grande

Anderson Luis Ruhoff^{1,2}
Bernardo Sayão Penna e Souza²
Enio Giotto²
Rudiney Soares Pereira^{1,2}

¹Fundo Setorial de Recursos Hídricos – MC & T / CT Hidro
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq
CEP 70750-901 – Brasília - DF, Brasil
ruhoff@mail.ufsm.br
rudiney@smail.ufsm.br

²Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
CEP 97105-900 – Santa Maria - RS, Brasil
bernardosp@yahoo.com.br
giotto@ccr.ufsm.br

Abstract. This paper had the objective to transform a GIS into a realistic system of the time-space processes to analyze the risks of environmental hazards of the Arroio Grande watershed. This study fits in the activities predicted by the Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT Hidro), through the managing of the hydric resources in South Brazil. One area establish by CT Hidro is the land use and cover changing and soil conservation at water systems where the main problems are the soil erosion and soil compaction, loses of the natural cover and improper reforestation. With that, the program tries to provide the development of conservationist practices and the prevention of the water sources at watersheds.

Palavras-chave: remote sensing, environmental modeling, land use and cover changing, ndvi; sensoriamento remoto, modelagem ambiental, dinâmicas de uso e cobertura da terra, ndvi.

1. Introdução

Este artigo foi elaborado a partir da dissertação de mestrado de Ruhoff (2004), do Programa de Pós-Graduação em Geomática, da UFSM e financiada pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT Hidro), e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Acorado no Ministério da Ciência e Tecnologia (C & T) e no Ministério do Meio Ambiente (MMA) do Governo Federal, o Fundo Setorial de Recursos Hídricos apresenta como objetivos, estimular programas e pesquisas científicas capazes de promover a defesa e preservação da água em nosso país. Nesse sentido, o artigo apresenta um estudo de caso no Rio Grande do Sul, em que foram contempladas uma das áreas prioritárias estipuladas pelo *CT Hidro – Uso e Conservação do Solo e de Sistemas Hídricos*. Os problemas mais comuns salientados são a erosão e sedimentação do solo, perda de cobertura natural e reflorestamentos inadequados. Os objetivos estabelecidos pelo programa visam desenvolver práticas de ocupação e aproveitamento do espaço, com conservação do solo e dos sistemas hídricos.

No Rio Grande do Sul, os problemas mais comuns ocorrem em áreas agrícolas, e se verificam casos de escassez de água em bacias que possuem elevadas taxas de ocupação agrícola. Esta situação decorre principalmente pelo grande volume de água perdido – escoado superficialmente e sub-superficialmente – durante as chuvas e pela utilização em irrigação de lavouras agrícolas. A solução para esses tipos de conflitos requer aumento da eficiência dos

sistemas de irrigação, gerenciamento dos efluentes agrícolas e conservação dos solos, que mal conservado é fonte de poluição difusa.

Para desenvolver este artigo, elegeu-se como área de estudo, a Bacia do Arroio Grande, na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Como objetivos buscou-se avaliar as mudanças de uso e cobertura da terra, entre os anos de 1987 e 2002, através de imagens LANDSAT TM (15/03/1987) e ETM (15/03/2002), com sistema de referencia mundial 223-080. O processo de modelagem ambiental segue as proposições desenvolvidas por Lamblin (1994). A partir da dinâmica de uso e cobertura da terra, buscou-se compreender a atuação dos diferentes atores e suas formas de produção, numa perspectiva de embasar os processo de modelagem ambiental. A realização desse

2. A Bacia do Arroio Grande

Na bacia encontram-se a Formação Aluvionar, Formação Botucatu, Formação Rosário do Sul e Formação Serra Geral (Basaltos e Riólitos). Segundo o IBGE (1986), a Formação Aluvionar é formada por areias e cascalheiras em planícies de inundação e terraços da rede hidrográfica atual e sub-atual. Maciel Filho (1990.) salienta que a Formação Botucatu apresenta solos residuais e arenosos, com permeabilidade alta e processos erosivos intensos em solos residuais e baixos em solos litificados. A Formação Rosário do Sul apresenta, segundo o IBGE (1986), características de deposição em ambiente fluvial, consistindo em arenitos bastante finos, de baixa permeabilidade, o que acaba proporcionando uma maior proteção dos solos. A Formação Serra Geral (Basaltos), conforme Maciel Filho (1990) apresenta solos litólicos constituídos por fragmentos basálticos, de baixa estabilidade nos taludes, e com intensos movimentos de massa (rastejos e corridas de terra durante chuvas intensas); apresentando permeabilidade fissural. Maciel Filho (1990) ainda salienta que a Formação Serra Geral (Riólitos) possui comportamento semelhante ao Basalto Serra Geral.

Segundo a classificação de solos do Rio Grande do Sul, proposto por Streck et al (2002), em conformidade com as normas estabelecidas pela EMBRAPA, podem ser encontrados na Bacia do Arroio Grande, os seguintes solos: 1) *Planossolo Hidromórfico* (SGe1); 2) *Argissolo Vermelho Distrófico Arênico* (PVd2); 3) *Alissolo Hipocrômico Argilúvico* (APt2); 4) Associação *Chernossolo Argilúvico Férrico – Neossolo Litólico Eutrófico Chernossólico* (MTf – RLe1); 5) *Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico* (PVAa3); e 6) *Argissolo Vermelho Amarelo* (PVAa1).

O enquadramento fitogeográfico da Bacia do Arroio Grande, segundo estudos de Brena e Longhi (2002), corresponde principalmente às florestas estacionais decíduais. As florestas são tipicamente ombrófilas, que avançaram sobre os campos, resquícios de um clima árido e frio, e sobre as matas de araucárias. Revestindo toda a encosta sul do Planalto Rio-grandense, encontra-se uma floresta densa, de caráter estacional, tipicamente conhecida por Mata Atlântica. A floresta é caracterizada por uma grande densidade de indivíduos, com estratos que variam desde espécies herbáceas até espécies com mais de 30 metros. Brena e Longhi (2002) ainda salientam que ocorrem na área espécies comuns das formações secundárias, todas especializadas na colonização de clareiras. Dentro da área, as espécies florestais encontram-se distribuídas conforme a aptidão dos ambientes naturais. Três tipos de formações podem ser encontrados: I) Formações Aluviais; II) Formações Submontanas, compreendendo terrenos ondulados e dissecados; e III) Formações Montanas, abrangendo áreas com altitudes superiores a 400 metros.

A ocupação da Bacia do Arroio Grande iniciou-se a partir da metade do Século XIX, com a entrada de imigrantes italianos. A ocupação foi intensificada a partir de 1890, com o aumento das atividades agrícolas e comerciais, estando ligadas à extração de madeira e

cultivo agrícola. A partir da ocupação por esses grupos, a região adotou alguns aspectos particulares, como a policultura e o predomínio de pequenas propriedades rurais. Segundo dados do IBGE (2004), os municípios de Silveira Martins localizam-se na bacia e apresenta densidade populacional média de 24,5 hab/km, e leve predomínio de população rural. Os principais produtos cultivados são feijão, milho e soja, destacando-se também a extração de madeira. Nas áreas de várzea foi desenvolvida a cultura do arroz irrigado. Mas o forte da produção agrícola, segundo Itaquí (2002), permaneceu nas encostas das serras até meados de 1950 – 1960. Essa realidade somente mudou com o acesso a mecanização agrícola e às novas tecnologias difundidas pela *Revolução Verde*. Em 1994, os remanescentes da Mata Atlântica e ecossistemas associados foram reconhecidos pela Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura (UNESCO) como integrantes da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Brasileira.

3. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

A distribuição espacial e temporal da cobertura vegetal de uma região é fortemente influenciada por um conjunto de fatores ambientais incluindo condições climáticas, topográficas e outras propriedades associadas. Sendo a vegetação um indicador das condições ambientais dominantes (CO₂, ozônio, temperatura, ciclo hidrológico, etc.), as mudanças na sua dinâmica são um indicador útil das variações destas condições. A interação entre estes fatores ecológicos e a dinâmica da cobertura vegetal no tempo e no espaço é uma informação básica para várias ações de monitoramento ambiental e é fundamental para os sistemas de modelagem dos processos de interação com a atmosfera, tanto em escala regional quanto global. A **Figura 1** apresenta os índices de precipitação e temperatura para os anos de 1987 e 2002.

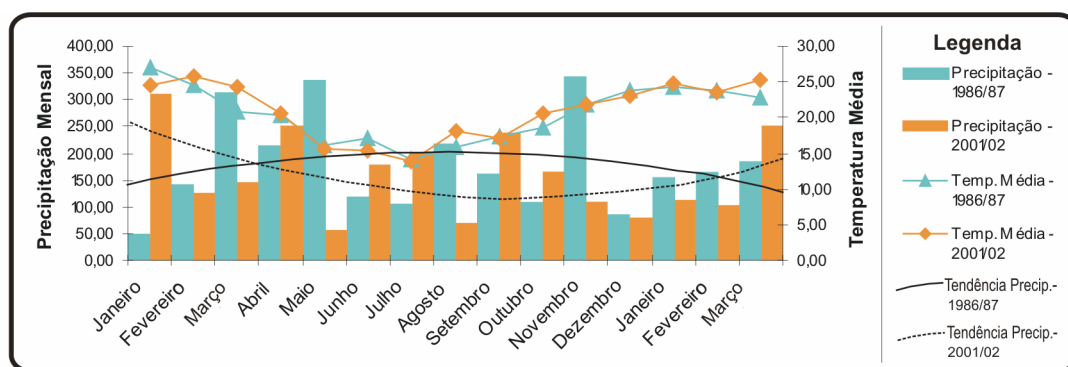


Figura 1 – Precipitação e temperatura na Bacia do Arroio Grande para os anos de 1987 e 2002.
Fonte: Ruhoff (2004).

O *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada* é uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas. Segundo Shimabukuro et al (1998), o NDVI é muito utilizado na estimativa de biomassa, na estimativa de cobertura vegetal e na detecção de mudanças de padrão de uso e cobertura da terra.

Jensen (1996) informa que o NDVI é dado pela [Equação 1]:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad \text{[Equação 1]}$$

em que **NDVI** = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; **NIR** = Refletância no comprimento de onda correspondente ao Infra-Vermelho Próximo; **R** = Refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho.

A partir do NDVI é possível determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área. Outro motivo de utilização do NDVI corresponde às correções potenciais da refletância em áreas afetadas por acidentes topográficos. Considerando que a iluminação solar possui a mesma inclinação, determinadas áreas apresentarão maiores influências do sombreamento topográfico. Com a aplicação do NDVI, as respostas espectrais em áreas sombreadas e iluminadas apresentarão valores espectrais similares, ou seja, há uma correção da equalização de iluminação solar.

Com a aplicação do NDVI na Bacia do Arroio Grande buscou-se visualizar inicialmente as mudanças de uso e cobertura da terra que ocorreram entre os anos de 1987 e 2002 (**Figura 2**). Percebe-se algumas mudanças importantes, principalmente em relação ao índice de fitomassa, que de 1987 reduziu-se drasticamente para o ano de 2002. A redução do índice de fitomassa implica na redução da quantidade de vegetação e na redução da densidade vegetal. Explica-se tais alterações pelas condições ambientais de cada período analisado. Como o índice de vegetação é um reflexo destas condições, a alteração em determinados elementos climáticos, como a temperatura e a precipitação, acaba produzindo efeitos colaterais na vegetação. Os climogramas de períodos anteriores às imagens do satélite LANDSAT analisadas forneceram subsídios para as análises das alterações do NDVI.

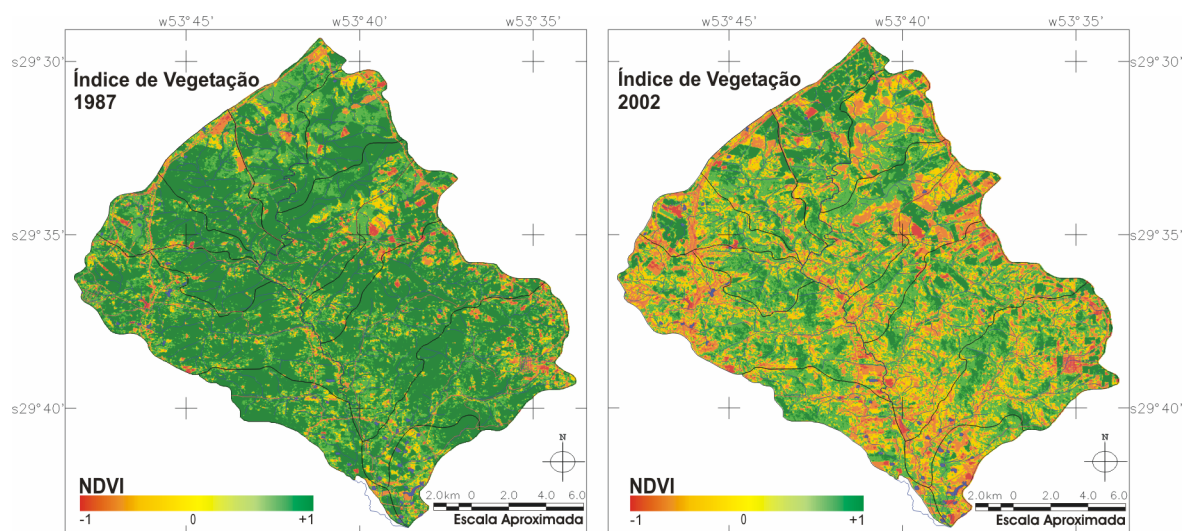


Figura 2 – Índice de vegetação por diferença normalizada.

Fonte: Ruhoff (2004).

Para o ano de 1987, percebo um maior volume de precipitação nos meses que antecedem a tomada das imagens pelo satélite LANDSAT 5 TM, em que haviam uma maior tendência de precipitação nos meses de inverno, e que reduziu-se tendenciosamente até os meses de verão. Para o ano de 2002, nos meses de inverno há uma menor tendência de precipitação, que aumenta conforme se aproxima o verão. Nesse sentido, compreende-se que a resposta da vegetação natural não apresenta uma resposta muito rápida em relação à variação de precipitação. Por isso, as chuvas de inverno, mais intensas, possibilitaram um maior processo de florescimento vegetal para o ano de 1987 do que para o ano de 2002. Tal índice apresenta as mesmas variações para os anos de 1987 e 2002, porém, para 2002, há uma redução substancial de vegetação fotossinteticamente ativa.

4. Mudanças de Uso e Cobertura da Terra

O processamento digital das imagens foi realizado através dos processos de segmentação e classificação por regiões. O processo de segmentação baseia-se em cálculos de critérios de similaridade, como média, matriz de covariância e textura (área). A agregação é feita, segundo Fonseca (2001), segundo algum critério de similaridade e um limiar (definidos pelo usuário), que definem as regiões segmentadas. Fonseca (2001) também apresenta as características de agrupamento de regiões – duas regiões adjacentes A e B são agrupadas, se e somente se: 1) a média das regiões A e B forem similares; 2) a medida de similaridade satisfazer o limiar estabelecido; e 3) A e B forem mutuamente próximas. Diversos autores apresentam idéias semelhantes quanto ao processamento digital, dentre os quais destaco Jensen (1996), Crosta (1999), Mather (1999) e Fonseca (2001).

Com o processamento digital das imagens, quantificou-se as classes de uso e cobertura da terra, para os anos de 1987 e 2002 (**Tabela 1**).

Uso da Terra	1987 (Ha)	2002 (Ha)	Evolução
Florestas	14.100,64	15.715,05	+ 4,57%
Campos	12.925,11	12.105,05	- 2,30%
Agricultura	2.032,46	3.697,48	+ 4,60%
Agricultura Irrigada	2.003,60	1.749,34	- 0,80%
Solos Expostos	4.102,19	1.919,21	- 6,15%
Lâmina d'água	195,52	173,39	- 0,35%
TOTAL	35.359,52	35.359,52	---

Tabela 1 – Dados de uso e cobertura da terra na Bacia do Arroio Grande para os anos de 1987 e 2002.

De posse dos resultados obtidos com a aplicação das diversas metodologias empregadas, procurei analisar estes de uma maneira integrada, problematizando a ação dos agentes sociais e suas implicações socioeconômicas. A modelagem dinâmica seguiu a proposição de Lamblin (1994), indagando a evolução de um sistema ambiental ao longo do tempo: (1) Quais variáveis ambientais e culturais contribuem para explicar o fenômeno, e quais são os processos ecológicos e sócio-econômicos existentes por trás deste fenômeno? (2) Como o processo evolui? (3) Onde ocorrem os fenômenos?

Dentre as principais mudanças de uso e cobertura da terra, destaco o aumento geral da cobertura florestal, de 5,05%, e o aumento da cobertura florestal no Rebordo do Planalto, que passou a apresentar maiores índices percentuais. A atividade agrícola também apresentou algumas alterações – que não se refletiram tanto na variação da área agrícola, mas que se manifestaram principalmente no espaço. As lavouras agrícolas mantiveram-se nas planícies aluviais, reduziram-se nas áreas do Rebordo do Planalto (que conseqüentemente apresentou um aumento da cobertura florestal) e aumentaram no topo do Planalto Meridional.. Também houve uma redução nas áreas de campo e pastagens, pois estas apresentaram uma redução geral na área, de aproximadamente 2,30%. Maiores detalhes acerca das principais variações espaciais podem ser obtidas em Ruhoff (2004).

A **Tabela 2** apresenta a evolução florestal da Bacia do Arroio Grande entre os anos de 1987 e 2002.

Evolução Florestal	Área (Hectares)
Desflorestamentos	1.729,34
Reflorestamentos	3.343,75
Manutenção Florestal	12.371,30

Tabela 2 – Evolução florestal da Bacia Hidrográfica do Arroio Grande entre os anos de 1987 e 2002.

Entre os anos de 1987 e 2002, ocorreram desmatamentos de 1.729,34 hectares, em que estas áreas foram ocupadas com atividades agrícolas. Um detalhe que percebe-se é a ocorrência de desflorestamentos nas bordas externas das florestas. As áreas que apresentaram desmatamentos correspondem a áreas mais planas e com melhores aptidões agrícolas. Contrastando com essa situação, houve um aumento florestal de 3.343,75 hectares. Em geral, essas áreas ocorrem nas vertentes mais íngremes dos afluentes do Arroio Grande, constituindo-se em espaços agrícolas abandonados pelos agricultores. Num período de 15 anos, a vegetação florestal passou por dois processos distintos – desmatamentos (a) e formação de florestas secundárias (b). Também, pode-se destacar que 12.371,30 hectares mantiveram-se sem grandes intervenções antrópicas.

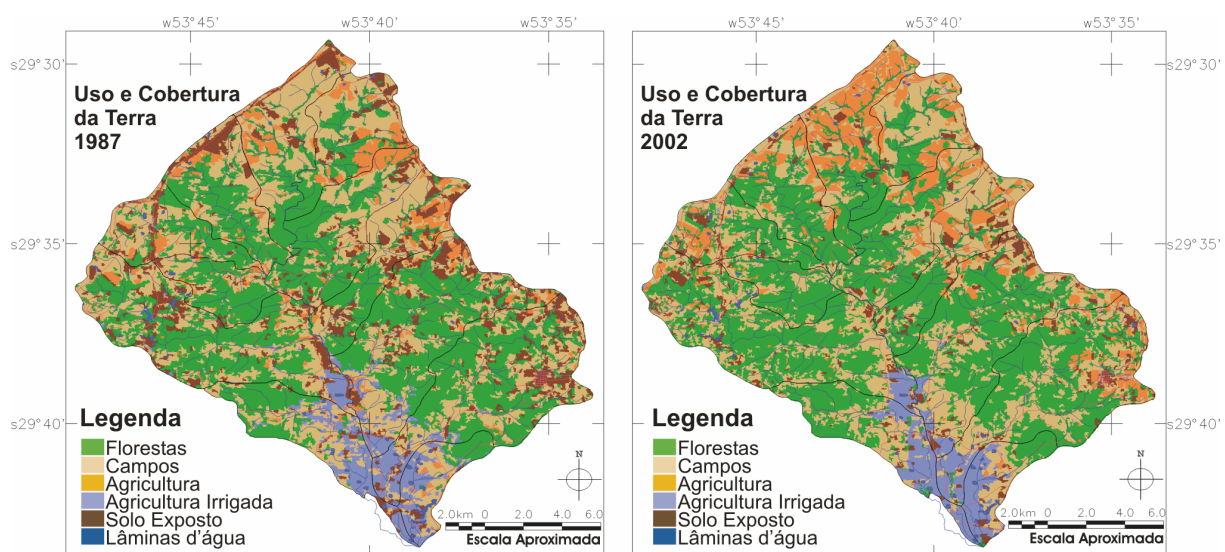


Figura 3 – Uso e cobertura da terra na Bacia do Arroio Grande.

Fonte: Ruhoff (2004).

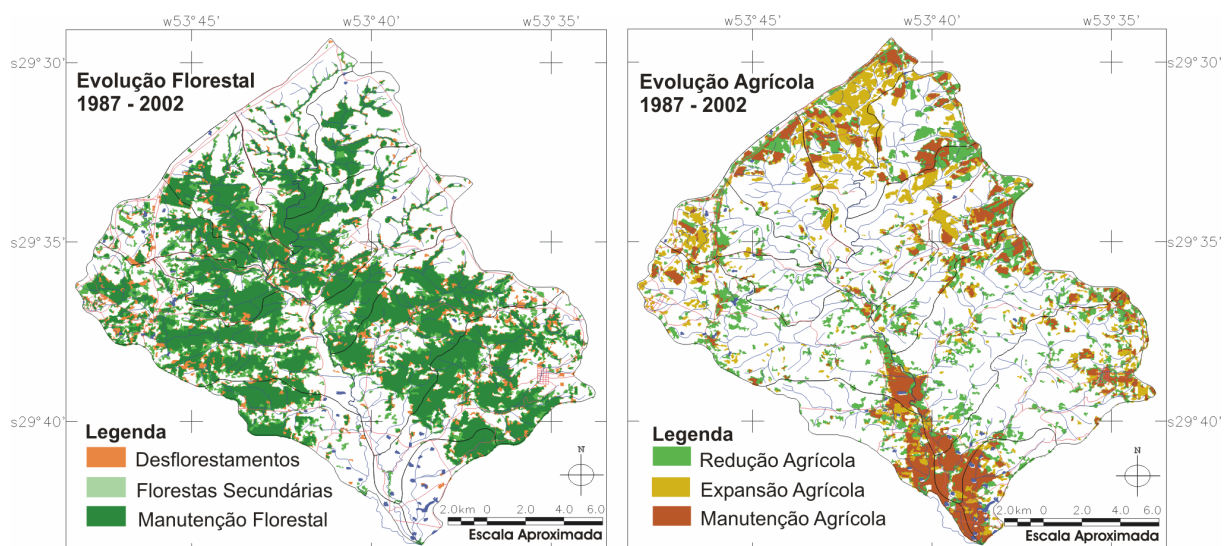


Figura 4 – Dinâmicas de uso e cobertura da terra na Bacia do Arroio Grande.

Fonte: Ruhoff (2004).

Outro aspecto é a redução da atividade agrícola, que ocorreu quase que substancialmente nos afluentes do Arroio Grande localizados no Rebordo do Planalto. Essa modificação é reflexo da tendência de ocupação dos campos do Planalto Meridional, principalmente com lavouras de soja. No período analisado, surgiram 3.454,29 hectares no Planalto Meridional,

enquanto que 4.160,44 hectares de terras agrícolas foram abandonadas, dando origem a florestas secundárias (1.040,50 hectares) e formações herbáceas – campos (3.119,94 hectares). A **Tabela 3** apresenta a evolução agrícola da Bacia do Arroio Grande entre os anos de 1987 e 2002.

Evolução Agrícola	Área (Hectares)
Manutenção Agrícola	4.683,96
Avanço Agrícola sobre Florestas	402,12
Avanço Agrícola sobre Campos	3.052,17
Evolução para Florestas Secundárias	1.040,50
Evolução para Campos	3.119,94

Tabela 3 – Evolução agrícola da Bacia do Arroio Grande entre os anos de 1987 e 2002.

O avanço agrícola sobre áreas florestais e campos ocorreu principalmente em áreas do topo do planalto e nas planícies aluviais do Arroio Grande, ocupando 402,12 e 3.052,17 hectares, respectivamente. As lavouras agrícolas abandonadas transformaram-se em áreas de campos, principalmente, e em florestas secundárias, correspondendo a 3.119,94 e 1.040,50 hectares, respectivamente. As **Figuras 3** e **4** apresentam claramente as mudanças experimentadas na Bacia do Arroio Grande, entre os anos de 1987 e 2002.

5. Algumas considerações

Segundo Manuel Castells (1999), o espaço geográfico, atualmente, é organizado em um emaranhado sistema de redes, composto por “nós” que são interligados por “conexões”. Esse sistema de redes ocorre em todas as escalas de espaço, desde o espaço local até o espaço mundial. Castells (1999) expressa muito bem essa idéia ao se referir a *espaços de geometria variável*, ao explicar que, em muitas vezes as articulações materiais entre agentes econômicos e sociais ocorrem de forma independente localização espacial contínua.

Os “nós” são áreas polarizadoras e que exercem influência sobre as adjacências, mesmo que não haja contigüidade física. Esses “nós” são revelados principalmente pelo poder econômico, extremamente controlador dos fluxos financeiros, tecnológicos e sociais, e que funcionam como centros de tomadas de decisões, e por consequência, acabam afetando a organização do espaço geográfico. O fluxo das informações tecno-científicas entre os “nós” define as “interconexões” sujeitando o espaço ao cenário nacional e internacional, e definindo sua principal aptidão,. Nesse sentido, o espaço geográfico é controlado por atores, que muitas vezes estabelecem “regras organizacionais”, que funcionam como os fatores ou motores da gestão territorial.

A partir dessa concepção, destaco a expansão da superfície aberta para a exploração agropecuária como um dos fatores da dinâmica de uso e cobertura da terra. Para explicar essas mudanças na Bacia do Arroio Grande, recorro ao cenário agrícola nacional e regional. No Rio Grande do Sul, e mesmo no Brasil, o limitado avanço da divisão territorial do trabalho entre cidade e campo e entre as próprias cidades, faz com que uma grande parcela da população, que reside nos adensamentos populacionais dispersos no interior do estado e do país, ainda retire o seu sustento das atividades tipicamente rurais, seja na forma de lavouras de subsistência nas pequenas propriedades, seja nas relações de trabalho dos mais diversos matizes, normalmente não-assalariadas, nas médias e grandes explorações agropecuárias.

Outro motivo deve-se aos ganhos de rentabilidade nos principais cultivos agrícolas praticados em consequência da incorporação do progresso técnico nos tratos culturais. Segundo Egler (2003), no Brasil os principais cultivos agrícolas obtiveram ganhos de

produtividade no período considerado, sendo especialmente notável os ganhos obtidos nos cultivos de grãos, isto é, milho, soja e arroz. No caso do milho brasileiro, a produção aumentou 43,5% entre 1985 e 1996, enquanto a área colhida reduziu-se em 11,9%. A produção de soja aumentou 29,4%, mantendo em 1995/96 praticamente a mesma área colhida que 1985. A grande questão é que a agricultura passou por um processo de transformação em sua base técnica, em grande parte em consequência da necessidade de manter suas posições no mercado mundial.

A organização do espaço geográfico regional, incluindo-se aí a Bacia do Arroio Grande, obedece aos atores centrados nas figuras dos municípios de Santa Maria e Julio de Castilhos/Cruz Alta. O município de Santa Maria exerce influência principalmente na ocupação das áreas de várzea do Arroio Grande, pois estas são ocupadas principalmente com cultivos de arroz irrigado, e estando sujeito às cooperativas orizícolas que atuam na região. Já os municípios de Julio de Castilhos e Cruz Alta atuam, principalmente, na ocupação dos campos do Planalto Meridional, que estão inseridos no Complexo Agroindustrial da Soja, atuando principalmente em sistemas de corporações.

As mudanças que ocorreram na Bacia do Arroio Grande espelham essas mudanças. Os avanços tecnológicos aplicados na agricultura fizeram com que as lavouras se deslocassem para as áreas mais planas e maiores potenciais, como no topo do Planalto Meridional e nas Planícies aluviais, com os cultivos de soja e arroz irrigado, respectivamente. Essa mudança causou o abandono das áreas agrícolas do Rebordo do Planalto, fazendo com que estas entrassem em processo de recuperação, com a formação de capoeirões e de florestas secundárias. Em contrapartida, o abandono de áreas impróprias para a agricultura também é fruto da (re) educação ambiental, e também pela atuação de organizações não-governamentais (ONG's) e comitês gestores de bacias hidrográficas, que buscam a preservação e a melhoria da qualidade ambiental.

6. Referências Bibliográficas

- Brena, D. A. e Longhi, S. J. Inventário Florestal da Quarta Colônia. In: Itaquí, J. **Quarta Colônia – Inventário Técnico de Flora e Fauna**. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002.
- Castells, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: Unicamp, 1999.
- Egler, C. A. G. **Mudanças de uso e cobertura da terra no Brasil**. Relatório técnico. Rio de Janeiro: LAGET/UFRJ, 2003.
- Fonseca, L. M. G. **Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- IBGE. **IBGE@CIDADES**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: Março/2004.
- IBGE. **Levantamentos de recursos naturais: Folha SH.22 Porto Alegre e partes das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1986.
- Itaquí, J. **Colônia – Inventário Técnico de Flora e Fauna**. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002.
- Jensen, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. New Jersey: Prentice Hall, 1986.
- Lamblin, E. F. **Modeling Deforestation Processes – A Review**. Luxemburgo: European Commission for GIS and Remote Sensing, 1994.
- Maciel Filho, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: UFSM, 1990. 28p.
- Mather, P. M. **Computer Processing of Remote Sensing Images**. New York: John Wiley e Sons, 1999.
- Medeiros, J. S. e Câmara, G. Geoprocessamento para projetos Ambientais. In: Monteiro, A. M. V. et al. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- Ministério da Ciência e Tecnologia. **Diretrizes estratégicas para o fundo de recursos hídricos**. Brasília: C e T, 2001. 38p.
- Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1993.
- Ruhoff, A. L. **Gerenciamento de recursos hídricos – Modelagem ambiental com a simulação de cenários preservacionistas**. Dissertação (Mestrado em Geomática). Santa Maria: UFSM, 2004.
- Streck, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFGRS, 2002.