

Análise temporal da Estrutura da Paisagem das Microbacias do Arroio Lagoão e Arroio Tamboretã Região Centro - Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Dr. Norberto Bolzan ¹
Profa. Dra. Ruth Emilia Nogueira Loch ²

**¹ UFSC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
97015-001 Santa Maria RS
nbolzan@brturbo.com.br**

**² UFSC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
88040-970 Florianópolis SC
Ruth@cfh.ufsc.br**

Resumo: Este artigo mostra os resultados da análise da estrutura da paisagem em duas microbacias hidrográficas, do Arroio Lagoão, e do Lajeado Tamboretã localizadas no município de Jarí, região centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, que contemplam diferentes sistemas de acesso à propriedade sendo estes, o sistema de sesmarias, o colonial e assentamento de reforma agrária. Para tanto foi elaborado o mapeamento do uso e cobertura da terra das microbacias hidrográficas, utilizando fotografias aéreas de 1966, 1996 e imagem de satélite de 2001, obtendo-se quatro classes. Esses mapas foram usados para determinar o valor dos índices descritores da estrutura da paisagem área e forma, para a análise das alterações ambientais ocorridas no período estudado. Os resultados mostraram que as alterações na estrutura da paisagem das microbacias ocorreram em função das formas de manejo do solo empregada em cada sistema de acesso a terra.

Palavras Chaves: análise temporal, uso e cobertura da terra, estrutura da paisagem.

Abstract: This paper show the results of analysis of structure of landscape into two hydrographic basing, of and of the located in the county of region center-west of State of Rio Grande do Sul, Brazil, that contemplate different systems of access the propriety being, sesmaria the system of colonial and reform of agrarian. Initially were prepared the mapping of use and coverage earth's of the hydrographic basing, by utilizing photographs aerial of 1966, 1996 and image of satellite of 2001, obtaining-if four classes. Those maps were used towards to determine the value of the indexes of structure of landscape: area and shape. The results showed that the alterations in the structure of landscape on function of the shapes of manage of soil maid on each system of access earth.

Words Keys: analysis temporal, use and coverage earth's structure of landscape.

1 Introdução

No Brasil, o desenvolvimento do meio rural sempre esteve associado ao uso e ocupação do solo com práticas agressivas ao meio ambiente. O desconhecimento e o uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas foi e ainda são os maiores responsáveis pela degradação desses recursos.

Historicamente a ocupação do espaço rural no Rio Grande do Sul foi marcada por conflitos pela posse da terra. Processo este que se arrasta desde a demarcação das fronteiras até os dias atuais. O ordenamento desse espaço passou pelas grandes propriedades originárias do sistema de concessões de sesmaria, cuja atividade principal era a criação extensiva de gado, pela colonização das terras públicas por imigrantes europeus, tendo como atividade base a agricultura de subsistência e mais recentemente, a partir da década de 70, os assentamentos de reforma agrária que utilizam o sistema de agricultura familiar.

Constata-se que todos esses sistemas de ocupação foram feitos de forma a considerar questões econômicas e políticas, em detrimento das condições ambientais do meio rural refletindo na exaustão dos solos, no desmatamento da mata nativa, em desequilíbrios sociais e no acentuado êxodo rural. Assim, as mudanças ocasionadas na paisagem de uma região pelo uso e cobertura da terra, leva à necessidade do entendimento de sua estrutura. Dessa forma a quantificação dos fragmentos de uma paisagem, possibilita relacionar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo (Valente 2001).

A análise da estrutura da paisagem através dos índices descritores dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra tem sido utilizada como uma importante ferramenta no estudo temporal envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, pois possibilitam avaliar as alterações ocorridas na paisagem, em decorrência das diferentes formas de uso e cobertura da terra e o entendimento das mudanças nas condições ambientais de uma região, servindo de subsídio para as políticas de planejamento territorial (Soares Filho 1998). Nesta perspectiva foi efetuado um estudo temporal da fragmentação da paisagem, considerando o mapa de uso e cobertura da Terra nas microbacias do Arroio Lagoão, e Lajeado Tamboretã-RS, nas datas de 1966, 1996 e 2001, pois estas microbacias contemplam os diferentes sistemas de acesso a terra.

Os estudos da fragmentação da paisagem foram efetuados a partir de elementos como, o índice de área, o índice de forma, o número de fragmentos, o perímetro, a densidade e a variabilidade métrica. O objetivo deste artigo é, a partir dos resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra em três períodos distintos, verificar as mudanças ocorridas na estrutura da paisagem pelo manejo do solo dos sistemas de acesso a terra, sesmarial, colonial e assentamento de reforma agrária, e seus efeitos sobre os recursos naturais, para subsidiar ações de planejamento da área rural.

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo das microbacias do Arroio Lagoão e Lajeado Tamboretã estão localizadas na fronteira oeste do Estado de Rio Grande do Sul, na região geomorfológica Planalto da Campanha. São predominantemente ocupadas por pastagens nativas, com fragmentos de matas nativas representadas por matas ciliares de largura variada, e fragmentos de agricultura anual (Vieira 1984).

A microbacia do Arroio Lagoão possui área de 26,77 km², e se enquadra nas coordenadas UTM: Longitude Oeste: 748000 e 756000, Latitude Sul: 6740000 e 6746000.

A microbacia do Lajeado Tamboretã possui área de 8,06 km², e se enquadra nas coordenadas UTM: Longitude Oeste: 755000 e 760000, Latitude Sul: 6744000 e 6749000. representadas na Fig.1.

Figura 1: Bolzanl.f1.jpg: Mapa de Localização das Microbacias

2.2 Elaboração dos Mapas de Uso e Cobertura da Terra

Para elaborar os mapas de uso e cobertura da terra fez-se o reconhecimento da área e a definição preliminar dos elementos da paisagem que seriam mapeados.

As duas séries de fotografias aéreas na escala 1: 60.000 de 1966 e de 1996 foram escaneadas e georreferenciadas às coordenadas UTM a partir da carta topográfica Vinte Tiros Folha SH.21 - X - D - III . 3 MI - 2947 / 3 e a imagem de satélite Landsat - TM datada de agosto de 2001, foi adquirida georreferenciada a partir de dados da EMBRAPA.

Posteriormente procedeu-se a interpretação visual dos aerofotos e da imagem Landsat fazendo a vetorização das classes na tela do computador levando em conta os critérios de identificação e delineamento citados por Loch (2001), sendo estes: forma, sombra, tamanho, tonalidade, densidade, declividade, textura, posição e aspectos associados.

Este processo foi realizado paralelamente a reambulação fato que possibilitou a melhor identificação das classes de Uso e Cobertura da Terra e esclarecimento de dúvidas durante a interpretação auxiliada por computador. As classes de cobertura da terra identificadas foram: Pastagem nativa, Mata nativa, Agricultura anual e Vegetação exótica. Antes de iniciar o processo de fotointerpretação foi efetuado uma análise preliminar do material cartográfico existente, e definidos os limites das microbacias hidrográficas nas fotografias aéreas e na imagem.

Para a reambulação a campo foram percorridas estradas rurais que circundam as microbacias de estudo e, utilizando-se um GPS marca Garmin 12 de localização, foram cheçadas as dúvidas verificadas nas fotointerpretação e interpretação visual da imagem de satélite.

Áreas inferiores a 0,2 ha foram desconsideradas para obtenção de dados da análise da paisagem e foi adotado como unidade padrão para observação da densidade de fragmentos 100 ha, que foram considerados como suficiente para os objetivos da pesquisa. Para a verificação final e registro das características da área de estudo foi realizado um sobrevôo a baixa altitude e tiradas fotos aéreas panorâmicas.

Como resultado da interpretação e análise visual das aerofotos e da imagem Landsat foram obtidos seis mapas temáticos mostrando as classes de uso e cobertura da terra, as quais serviram para a análise da dinâmica da estrutura da paisagem na próxima etapa da metodologia.

2.3 Análise da Estrutura da Paisagem

Para a caracterização das paisagens fragmentadas e a quantificação de suas estruturas, este trabalho considerou as diferentes classes de uso e cobertura da terra, e a partir dos índices de área e de forma como principais descritores da estrutura da paisagem, associados a informações de campo, pode-se analisar a evolução temporal da paisagem.

2.3.1 Índices de Área

Os índices de área quantificam a composição das paisagens. Como índices de área têm-se: área do fragmento; perímetro do fragmento; índice de densidade por área; área da classe; porcentagem da classe; número de fragmentos por classe, tamanho médio dos fragmentos, desvio padrão do tamanho médio, coeficiente de variação do tamanho médio. (Turner/Gardner 1990).

A área de um fragmento é, segundo Forman/Godron (1986), uma das mais importantes informações de uma paisagem, não somente porque é a base para o cálculo de outros índices, como também porque é, por si só, uma informação de grande valor.

2.3.2 Índices de Forma

A forma é usualmente expressa em termos de um raio de borda ou área e pode influenciar vários processos ecológicos como mudanças na composição da vegetação e a suscetibilidade a distúrbios (Mcgarigal 1995). Logo, a forma de um fragmento é determinada pela variação nas bordas e geralmente relaciona-se com a intensidade da atividade humana.

Para Forman (1997), a análise da forma dos fragmentos florestais, em relação a sua diversidade e sustentabilidade, é tão importante quanto seu tamanho. As formas dos fragmentos podem ser quantificadas como.

a) Índice de forma médio, segundo Bower/Burgess (1981):

$$IF = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi A}} \quad (1)$$

Onde:

IF: Índice de forma do fragmento;

P: Perímetro do fragmento;

A: Área do fragmento.

π : Pi

Quanto mais a forma se aproximar de um círculo, mais $IF \Rightarrow 1$.

O índice de forma médio da classe de uso e cobertura da terra é obtido pela média aritmética dos diferentes fragmentos de cada classe.

b) Índice de forma através da geometria fractal dos fragmentos da paisagem.

Existem vários métodos para determinar a dimensão fractal envolvendo a relação área e perímetro. Nesta proposta foi empregado o método gráfico de Mandelbrot, (1983), para determinar o índice de forma na dimensão fractal das classes de uso e cobertura da terra.

$$D = 2 \log P / \log A \quad (2)$$

Onde:

P: Perímetro de cada fragmento;

A: Área de cada fragmento;

D: Dimensão fractal do fragmento.

Unidade: adimensional

Em uma paisagem, composta de formas geométricas simples como retângulos e quadrados, a dimensão fractal será pequena e próxima de 1, 0. Já em uma paisagem, com muitos fragmentos com formas convolutas e complexas, o perímetro começa a preencher o plano e $P \equiv A$ com $D \Rightarrow 2$. Portanto, mudanças substanciais na forma do fragmento de uma paisagem são refletidas em mudanças significativas na dimensão fractal.

Segundo Mandelbrot (1983), o índice de forma obtido através dimensão fractal situa-se nos parâmetros de 1 a 2, sendo quanto mais tende a 2 mais complexo é o fragmento e com menor ação humana. O índice de forma na dimensão fractal total de uma classe de fragmento da paisagem *D* pode ser então estimada através do ajuste da reta de regressão do gráfico de $\log(P)$ versus $\log(A)$, e avaliando *D*, como duas vezes a inclinação da linha de reta.

3 Resultados e Discussão

3.1 Determinação das Classes de Uso e Cobertura da Terra

Utilizando a interpretação visual das fotografias aéreas e da imagem de satélite, aliados a reambulação a campo, foram identificadas 4 classes de uso e cobertura da terra: mata nativa; pastagem nativa; agricultura anual e vegetação exótica que são os elementos constituintes da paisagem das microbacias hidrográficas. As Figs. 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram os mapas de uso e cobertura da terra nas três datas consideradas.

Figura2. Bolzanl.f2.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Arroio Lagoão, ano 1966.

Figura3. Bolzanl.f3.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Arroio Lagoão, ano 1996.

Figura4. Bolzanl.f4.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Arroio Lagoão, ano 2001.

Figura5. Bolzanl.f5.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Lajeado Tamboretã, ano 1966.

Figura6. Bolzanl.f6.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Lajeado Tamboretã, ano 1996.

Figura7. Bolzanl.f7.jpg: Uso e cobertura da terra, microbacia Lajeado Tamboretã, ano 2001.

As microbacias do Arroio Lagoão-RS e do Lajeado Tamboretã-RS, têm representado em suas áreas os diferentes sistemas de acesso a terra (Sesmaria, Colonial e Assentamento de Reforma Agrária) que ocorrem no Rio Grande do Sul e mais especificamente na vegetação do pampa gaúcho. O pampa gaúcho ocupa em torno de 66% da área do Estado e se caracteriza por uma predominância de campos nativos, com matas ciliares e capões de mata nativa dispersa na paisagem natural.

As microbacias hidrográficas possuem um relevo caracterizado por planaltos ondulados e por uma hidrografia composta pelo Arroio Lagoão-RS e Lajeado Tamboretã-RS, afluentes da bacia hidrográfica do Rio Ibicui que deságua no Rio Uruguai. Com clima de estações bem definidas, invernos rigorosos e verões quentes, possuem como exploração econômica a pecuária extensiva e a agricultura comercial mecanizada, representada pela monocultura da soja e pelo cultivo do fumo em pequenas áreas com emprego da tração animal e mão de obra familiar.

3.2 Caracterização da Paisagem da Microbacia Arroio Lagoão

A microbacia do Arroio Lagoão-RS, que representa os sistemas de acesso à terra de lotes coloniais e sesmarias, conforme Figs. 2, 3 e 4, nos três anos estudados 1966, 1996 e 2001, apresentaram uma variação da área da classe mata nativa. No primeiro período (1966-1996) ocorreu um aumento da mata nativa, tanto nas áreas do sistema sesmaria como nas do sistema colonial, e no segundo período (1996-2001) uma diminuição, chegando a valores percentuais muito próximos aos encontrados em 1966. Isto significa que no primeiro período ocorreu um processo de regeneração das machas de espécies arbóreas nativas da região, pela própria invasão da mata sobre o elemento matriz da paisagem (pastagem nativa). No segundo período ocorreu a exploração da mata nativa com a retirada de espécies de maior valor econômico da floresta, principalmente na mata ciliar nas áreas representadas pelos dois sistemas de acesso a terra, sesmaria e colonial.

A classe agricultura anual praticamente ocupou o mesmo valor de área nos dois períodos estudados, mas o que variou foi a localização das manchas agrícolas, que nos dois sistemas, sesmaria e colonial, apresentaram áreas que foram abandonadas e os plantios realizados em outros locais. Isto foi decorrente da forma de manejo utilizada, com aumento de lavouras mecanizadas, ocupadas por monocultura nas áreas dominadas pelo sistema de sesmarias e diminuição de lavouras de subsistência nas áreas dos lotes coloniais.

A classe vegetação exótica somente foi identificada no segundo período, nas áreas ocupadas pelo sistema sesmaria. Isto demonstra a preocupação de alguns proprietários, com a falta de recursos florestais para o uso em suas propriedades, principalmente de madeira para a construção de casas e galpões e consumo de lenha, e com a legislação ambiental.

As assertivas acima podem ser observadas através dos resultados obtidos para as classes de uso e cobertura da terra no ano de 1966, 1996 e 2001, Microbacia do Arroio Lagoão-RS, que foram reunidas na Tab. 1.

Tabela 1

Classes de Uso e Cobertura da Terra, ano 1966, 1996 e 2001. Microbacia do Arroio Lagoão-RS.

Classes	1966		1996		2001	
	Área (ha)	Percentual (%)	Área (ha)	Percentual (%)	Área (ha)	Percentual (%)
Pastagem Nativa	1927,23	75,50	1748,07	68,49	1944,19	76,17
Mata Nativa	481,38	18,87	628,74	24,63	456,59	17,89
Agricultura Anual	143,84	5,63	171,87	6,73	143,31	5,62
Vegetação Exótica	0,00	0,00	3,77	0,15	8,36	0,32
Total	2552,45	100,00	2552,45	100,00	2552,45	100,00

Na tabela 1 observa-se que a classe mata nativa apresentou um aumento de área passando de 18,87 % no ano de 1966 para 24,63 % em 1996, e sofreu uma redução de área ficando com 17,89 % no ano de 2001.

A classe agricultura anual sofreu um aumento de área passando de 5,63 % no ano de 1966 para 6,73 % em 1996, com posterior redução para 5,62 % no ano de 2001.

A classe vegetação exótica que não existia no ano de 1966, no ano de 1996 apresentou uma área de 3,77 hectares. Esta classe no segundo período (1996-2001) sofreu aumento de área, de 0,15 % para 0,32 % da área da microbacia.

O elemento matriz (pastagem nativa) teve uma alteração no primeiro período analisado, sofrendo uma redução de sua área, pois ocupava 75,50% da área da microbacia do Arroio Lagoão no ano de 1966 passou ocupar 68,50% no ano de 1996. Isto foi decorrente das manchas remanescentes, derivada do desenvolvimento do processo natural de sucessão vegetal, com espécies da matriz florestal, que invadiram a pastagem nativa.

Já no segundo período, ocorreu um aumento da pastagem natural, passando de 68,49 % no ano de 1996 para 76,17% no ano de 2001. Isto foi decorrente principalmente pelo desmatamento das matas ciliares ocorridos nas áreas dos dois sistemas, sesmaria e lotes coloniais, com ocupação de vegetação invasora proveniente do sistema sucessório da vegetação de campo nativo.

3.3 Caracterização da Paisagem da Microbacia Lajeado Tamboretã

A microbacia do Lajeado Tamboretã-RS, que representa os sistemas de acesso à terra de lotes coloniais e o assentamento de reforma agrária proveniente de áreas de sesmaria, conforme Figs. 5, 6 e 7, nos dois períodos analisados (1966-1996 e 1996-2001), apresentaram uma área de desmatamento muito significativa.

Pelas Figs. 5, 6 e 7 se observaram que o desmatamento ocorrido, nos dois períodos analisados, foi mais significativo no segundo período analisado (1996-2001). Nestes cinco anos a área da classe mata nativa, foi reduzida quase pela metade, devido à supressão da mata ciliar nas áreas ocupadas pelo assentamento da reforma agrária.

No caso das áreas ocupadas pela agricultura, estas tiveram um aumento substancial, principalmente nas áreas ocupadas pelo assentamento da reforma agrária. Por outro lado, foi nas áreas do assentamento de reforma agrária que se observou o surgimento de áreas de reflorestamento, com plantio de eucaliptos para uso nas propriedades.

As assertivas acima podem ser observadas através dos resultados obtidos para as classes de uso e cobertura da terra no ano de 1966, 1996 e 2001, para a microbacia do Lajeado Tamboretã-RS, que foram reunidos na Tab2.

Tabela 2

Classes de Uso e Cobertura da Terra, ano 1966,1996 e 2001-Microbacia do Lajeado Tamboretã-RS.

Classes	1966		1996		2001	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Pastagem Nativa	687.90	66.04	632.22	60.69	671.91	64.51
Mata Nativa	334.53	32.12	300.68	28.87	163.49	15.69
Agricultura Anual	19.19	1.84	100.00	9.60	178.95	17.18
Vegetação Exótica	0.00	0.00	8.70	0.84	27.27	2.62
Total	1041.62	100.00	1041.62	100.00	1041.62	100.00

A classe mata nativa apresentou uma redução de área passando de 32.12% no ano de 1966 para 28.87% em 1996, e ficando com 15.69 % no ano de 2001.

A classe agricultura anual apresentou um aumento de área passando de 1.84% no ano de 1966 para 9.60% em 1996, e para 17.18% no ano de 2001.

A classe vegetação exótica que no ano de 1966 não foi observada, no ano de 1966 ocupava 0,84% da área passou no ano de 2001 a ocupar 2.62% da área da microbacia.

O elemento matriz (pastagem nativa) teve uma alteração no primeiro período analisado, sofrendo uma redução de sua área, pois ocupava 66,04% da área da microbacia do Lajeado Tamboretã no ano de 1966, passou a ocupar 60,69% no ano de 1996. Isto foi decorrente do aumento de manchas perturbadoras, originadas do surgimento de novas áreas de lavouras, a partir da implantação do assentamento de reforma agrária no ano de 1986.

Já no segundo período, embora tenha ocorrido um aumento substancial nas áreas de lavoura, ocorreu

um aumento da pastagem natural, passando de 60,69 % no ano de 1996 para 64,51% no ano de 2001. Isto foi decorrente principalmente pelo desmatamento das matas ciliares ocorridos na área do assentamento da reforma agrária, com ocupação de vegetação invasora proveniente do sistema sucessório da vegetação de campo nativo.

3.4 Descrição Quantitativa da Estrutura da Paisagem, das Classes de Uso e Cobertura da Terra das Microbacias do Arroio Lagoão e Lajeado Tamboretã, Ano de 1966, 1996 e 2001

3.4.1 Classe Mata Nativa

Os índices descritores dos fragmentos de paisagem, classe mata nativa, da microbacia do Arroio Lagoão, demonstraram que ocorreu uma diminuição do número e da densidade de fragmentos, com aumento do tamanho médio, e diminuição dos índices de forma, significando uma diminuição da complexidade dos fragmentos, tornando a vegetação mais homogênea, significando que ocorreu a exploração da mata nativa com retirada de espécies de valor econômico, com posterior recomposição florestal por vegetação secundária.

Para a classe mata nativa da microbacia do Lajeado Tamboretã, os índices descritores dos fragmentos de paisagem, demonstraram que ocorreu uma diminuição do número e da densidade de fragmentos, com aumento do tamanho médio dessa classe, e aumento dos índices de forma.

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem da classe mata nativa das microbacias do Arroio Lagoão e do Lajeado Tamboretã dos anos de 1966, 1996 e 2001, através dos índices de área e de forma, foram reunidos na Tab. 3.

Tabela 3
Índices de área e forma da classe mata nativa: ano 1966, 1996 e 2001.

Índice	Unid.	Arroio Lagoão			Lajeado Tamboretã		
		1966	1996	2001	1966	1996	2001
Área da classe	ha	481.38	628.74	456.59	334.53	300.68	163.49
Área da classe	%	18.87	24.63	17.89	32.12	28.87	15.69
Número de fragmentos	NF	48	42	19	13	10	3
Densidade de fragmentos	NF/ 100 ha	1.88	1.64	0.74	1.25	0.96	0.29
Tamanho médio da classe	ha	10.02	14.97	24.03	25.73	30.01	54.50
Desvio padrão do tamanho médio	ha	18.09	27.22	26.30	42.31	5.49	69.42
Coefficiente de variação do tamanho médio	%	180.54	181.83	109.45	164.43	18.29	127.38
Índice de forma da classe	≥ 1	1.66	1.58	2.14	1.64	1.99	2.47
Índice de forma média ponderada pela área	≥ 1	7.64	7.45	3.30	3.59	4.94	4.82
Índice de forma na dimensão fractal	1 - 2	1.47	1.42	1.41	1.23	1.43	1.61

As diferenças observadas nos índices descritores, no segundo período devem-se a supressão de parte da mata ciliar, para plantio de lavouras.

Na microbacia do Lajeado Tamboretã, as variações ocorridas nos diferentes índices descritores da paisagem, nos dois períodos, se devem a supressão da maioria dos fragmentos de mata nativa, com permanência somente das manchas maiores, as quais influenciaram na variação da complexidade dos fragmentos observados nos índices de forma.

3.4.2 Classe Agricultura Anual

Os dados obtidos para os índices descritores da paisagem nos dois períodos, para à classe agricultura anual da microbacia do Arroio Lagoão, vêm corroborar com as análises já realizadas nos itens anteriores. A diminuição no número, densidade e na área dos fragmentos (segundo período), de fragmentos foi em função do aumento de lavouras mecanizadas, ocupadas por monocultura em áreas dominadas pelo sistema de sesmarias, em detrimento da lavoura de subsistência observada nos lotes coloniais.

Para a classe agricultura anual na microbacia do Lajeado Tamboretã, aconteceu um aumento substancial de área. Tal aumento ocorreu sobre a área de mata nativa e pastagem nativa, com um aumento do número de fragmentos, e com posterior redução, porém acompanhado de um aumento constante do tamanho médio dos fragmentos, e de um aumento em primeiro momento e posterior redução dos índices de forma da classe. Significando um incremento da área de exploração por agricultura anual no período estudado.

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem da classe agricultura anual das microbacias do Arroio Lagoão e do Lajeado Tamboretã dos anos de 1966, 1996 e 2001, através dos índices de área e de forma, foram reunidos na tab. 4.

Tabela 4

Índices de área e forma dos fragmentos da classe Agricultura anual : ano 1966,1996 e 2001.

Índice		Arroio Lagoão			Lajeado Tamboretã		
		1966	1996	2001	1966	1996	2001
Área da classe	ha	143,8	171,8	143,3	19,19	100,00	178,9
Área da classe	%	5,63	6,73	5,62	1,84	9,60	17,18
Número de fragmentos	NF	38	44	22	15	28	15
Densidade fragmentos	NF/ 100 ha	1,48	1,72	0,86	1,44	2,69	1,44
Tamanho médio da classe	ha	3,78	3,91	6,51	1,28	3,57	11,93
Desvio padrão do tamanho médio	ha	3,29	3,62	3,71	0,88	3,37	8,31
Coeficiente de variação do tamanho médio	%	87,04	92,58	56,99	68,75	94,39	69,66
Índice de forma da classe	≥ 1	1,56	1,34	1,33	1,63	1,55	1,42
Índice de forma média ponderada pela área	≥ 1	1,97	1,15	1,09	1,69	1,99	1,55
Índice de forma na dimensão fractal	1 - 2	1,31	1,04	1,04	1,16	1,22	1,04

Os dados da tabela 4 mostram que a microbacia do Arroio lagoão sofreu uma diminuição da complexidade da forma na dimensão fractal da classe agricultura anual, mostrando uma tendência de uma maior ação antrópica sobre seus fragmentos, coincidindo com o surgimento de lavouras mecanizadas nas áreas de sesmaria. Na microbacia do Lajeado Tamboretã a complexidade dos fragmentos aumentou até o ano de 1996, neste período, ocorreu a implantação do assentamento de reforma agrária, cujo sistema de manejo inicialmente foi de cultivos de subsistência, o que determinou formas mais complexas e no segundo período (1996-2001) com a introdução de lavouras mecanizadas, com plantio de soja, tornou as manchas mais regulares o que determinou uma diminuição nos índices de formas dos fragmentos.

3.4.3 Classe Vegetação Exótica

A classe vegetação exótica, na microbacia do Arroio Lagoão, ocorreu nas áreas de sesmaria, como pode ser observado na Figs. 2, 3 e 4. As variações nos índices descritores da paisagem devem-se ao aumento das áreas de reflorestamento, nos dois períodos analisados. Sendo que a diminuição no tamanho médio dos fragmentos e nos índices de forma, se deve ao exploração da madeira para uso interno nas propriedades, através de cortes regulares nas áreas de reflorestamento.

Na microbacia do Lajeado Tamboretã, a classe vegetação exótica ocorreu nas áreas de assentamento,

como pode ser observado na Figs. 5, 6 e 7. As variações nos índices descritores da paisagem, nos dois períodos analisados, devem-se ao aumento das áreas e do número de reflorestamento.

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem da classe vegetação exótica das microbacias do Arroio Lagoão e do Lajeado Tamboretã dos anos de 1966, 1996 e 2001, através dos índices de área e de forma, foram reunidos na tab. 5.

Tabela 5

Índices descritores de área e forma dos fragmentos da classe Vegetação exótica, anos de 1966, 1996 e 2001

Índice		Arroio Lagoão			Lajeado Tamboretã		
		1966	1996	2001	1966	1996	2001
Área da classe	ha	-----	3,77	8,36	----	8,70	27,27
Área da classe	%	-----	0,15	0,32	----	0,84	2,62
Número de fragmentos	NF	-----	2	6	----	8	9
Densidade de fragmentos	NF/ 100 ha	-----	0,08	0,24	----	0,77	0,86
Tamanho médio da classe	ha	-----	1,88	1,39	----	1,09	3,03
Desvio padrão do tamanho médio	ha	-----	0,08	0,20	----	6,54	3,49
Coefficiente de variação do tamanho médio	%	-----	4,41	14,3 8	----	600,00	115,18
Índice de forma da classe	≥ 1	-----	1,25	1,24	----	1,40	1,39
Índice de forma média ponderada pela área	≥ 1	-----	1,25	1,24	----	1,53	1,52
Índice de forma na dimensão fractal	1-2	-----	1,07	1,02	----	1,32	1,02

Os valores dos índices de forma obtidos através da dimensão fractal para a classe vegetação exótica das duas microbacias tendem para 1, o que demonstra que os plantios de espécies de eucaliptos tendem a apresentarem formas mais simples e menos complexas dos fragmentos.

4 Conclusões

O estudo da paisagem natural nas microbacias do arroio Lagoão e Lajeado Tamboretã, áreas representativas da paisagem do Pampa Gaúcho, que contempla os sistemas de acesso a terra de sesmaria, colônia e assentamento da reforma agrária, através do mapeamento de uso e cobertura da terra e dos índices descritores da estrutura da paisagem, se mostraram eficientes para cumprir os objetivos propostos.

As análises efetuadas possibilitam concluir que, a paisagem natural das duas microbacias que em sua origem era composta de campo nativo recortado por mata ciliar e capões de mata nativa, foram significativamente alteradas nas áreas dos diferentes sistemas de acesso a terra estudada: sesmaria, colônia e assentamento.

Pode-se concluir também que o tipo de ocupação das terras no sistema de lotes coloniais, determinou alterações na paisagem, que tendeu a se estabilizar nos períodos analisados. Estas alterações foram significativas por ocasião da instalação das colônias, determinada pela substituição da vegetação original e parte do campo nativo para a implantação das lavouras de subsistência dos imigrantes. Já nas áreas de sesmaria, as alterações na paisagem natural foram realizadas de forma gradual, pela passagem das lavouras de subsistência para as lavouras comerciais, substituindo a criação extensiva de gado no campo nativo, que é a atividade principal de exploração econômica nas microbacias.

Nas áreas de assentamento o sistema de exploração que inicialmente era de lavouras de subsistência), passou a lavouras comerciais, que cresceram em ritmo acelerado, o que refletiu em uma variação maior

nos valores dos índices descritores da paisagem e alteração nas classes de uso e cobertura do solo, que nos sistemas de sesmaria e colonial.

No caso das duas microbacias, verificou-se que existe uma maior fragmentação da paisagem natural em decorrência de manchas de perturbação, oriundas das lavouras, e que foram mais acentuadas na microbacia do lajeado Tamboretã, nas áreas ocupadas pelo assentamento da reforma agrária.

Assim, pode-se concluir que ocorreu variação nos valores dos índices descritores da estrutura da paisagem em função das diferentes formas de manejo ocorridas nos sistemas de acesso à terra que ocorrem no meio rural do Rio Grande do Sul.

5 Referências Bibliográficas

- Bowen, G. W.; Burger, R.L.:** *A quantitative analysis of forest island pattern in selected ohio landscapes*, ORNL Environment Sciences Division, ORTNTL, TM-7759, 1981.
- Forman, R.T.; Godron, M.:** *Landscape ecology*. John Wiley, New York, EUA, 1986. 619 p.
- Loch, C.:** *A interpretação de imagens aéreas*, Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil, 2001, 118 p.
- Mandelbrot, B.:** *The fractal geometry of nature*, Freeman & Co, New York, EUA, 1983, 468 p.
- Mcgarical, K.:** *Fragstats: Spatial patterns analysis program for quantifying structure*, Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, EUA, 1995, 122 p.
- Soares Filho, B.S.:** *Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica*, São Paulo, Tese Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, 1998, 299 p.
- Turner, M.G; Gardner, R. H.:** *Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity*, Springer Verlag, New York, EUA, 1990, 536 p.
- Vieira, E. F.:** *Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação*, Sagra, Porto Alegre. Brasil, 1984, 304 p.