

Revista Brasileira de Cartografia (2017), Nº 69/7: 1387-1395  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORQUETA - RS

*Landscape's Time Evolution Analysis of the Forqueta river's Watershed*

**Marildo Guerini Filho, Arlan Luiz Dal Soler, Nara Paula Schmeier &  
Rafael Rodrigo Eckhardt**

**Centro Universitário UNIVATES  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas**

Rua Avelino Tallini, 171, Bairro Universitário, CEP: 95900-000, Lajeado, RS, Brasil  
mfilho1@universo.univates.br, arlanrelvado@yahoo.com.br, nps@universo.univates.br, rafare@univates.br

*Recebido em 27 de Janeiro, 2016/ Aceito em 22 de Agosto, 2016  
Received on Janeiro 27, 2016/ Accepted on August 22, 2016*

### RESUMO

O mapeamento atualizado da cobertura vegetal e dos usos do solo são importantes para o estudo de processos geológicos e ecológicos de uma bacia hidrográfica. Informações recentes da cobertura vegetal podem ser obtidas pelo processamento digital de produtos coletados por sensores remotos, de técnicas de sensoriamento remoto de base orbital e por recurso de geoprocessamento. Neste contexto, este estudo trata da avaliação da cobertura florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta e de sua variação temporal ao longo de 28 anos (1986 – 2014) assim como das mudanças no uso do solo da bacia. O desenvolvimento do trabalho deu-se a partir do processamento digital de imagens do satélite de média resolução Landsat 5, dos anos de 1986, 1996 e 2006 com a utilização das bandas 3, 4 e 5 e com a imagem do ano de 2014 do Landsat 8, utilizando as bandas 4, 5 e 6. Os produtos resultantes das referidas imagens permitiram delimitar os usos do solo por meio de um algoritmo de classificação supervisionada pelo método de *Máxima Verossimilhança Gaussiana* através do software *ENVI 5.0*. Os resultados evidenciam que ocorreu redução da Mata de Araucária de aproximadamente 28% em relação à área existente em 1986, bem como redução nas áreas agrícolas e agropecuárias. Por sua vez, as áreas de Floresta Estacional Decidual e Florestas Exóticas tiveram aumento principalmente em áreas mais declivosas da Bacia Hidrográfica. Com o estudo pode-se concluir que a área da bacia encontra-se com bastante vegetação florestal (aproximadamente 50%), principalmente em diferentes estágios de regeneração, porém, a necessidade muito grande em preservar, conservar e manter as áreas de Mata de Araucária.

**Palavras-chave:** Paisagem, *Araucaria angustifolia*, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento.

### ABSTRACT

The updated mapping of the land cover and the uses of vegetation are important for the study of geological and ecological processes in a watershed. Recent information on the vegetation cover can be obtained by the digital processing of products collected by remote sensors, orbital remote sensing techniques and by geoprocessing. In this context, this study deals with the evaluation of the forest cover of the Forqueta River Watershed and its temporal variation over 28 years (1986 - 2014) as well as changes in basin soil use. The work developed from the digital image processing of the Landsat 5 medium resolution satellite, from the years 1986, 1996 and 2006 with the use of bands 3, 4 and 5 and with the image of the year 2014 of Landsat 8, using bands 4, 5 and 6. The products resulting from these images allowed to delimit the land uses by means of a classification algorithm supervised by the *Gaussian Maximum Likelihood* method through the software *ENVI 5.0*. The results show that there was a reduction of the Araucaria Forest of approximately

28% in relation to the existing area in 1986, as well as reduction in the agricultural and livestock areas. In turn, the Deciduous Seasonal Forest and Exotic Forests areas increased mainly in more steep areas of the Basin. It can be concluded from the study that the basin area has a great deal of forest vegetation (approximately 50%), mainly in different stages of regeneration, but it is very necessary to preserve, conserve and maintain the areas of Araucária Forest.

**Keywords:** Landscape, *Araucaria angustifolia*, Remote Sensing, Geoprocessing.

## 1. INTRODUÇÃO

O espaço geográfico é considerado um conjunto de realizações que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente. A paisagem é influenciada diretamente pela intervenção humana que determina a formação da paisagem nos distintos biomas e ecossistemas brasileiros (BRITO, 2006).

A redução da cobertura vegetal natural e a conseqüente fragmentação dos ecossistemas naturais são fenômenos globais que estão presentes em todas as etapas de expansão e retração vegetal, agropecuária e urbana. Perceptível é a transformação de paisagens cobertas por vegetação em mosaicos diferenciados (fragmentos), onde está é submetida às condições de ilhas de diferentes tamanhos e formas, tornando em algumas situações os setores agropecuários e os núcleos urbanos elementos dominantes da paisagem (CALLEGARO, 2012).

Conforme Santos (2004), a vegetação pode mudar em curtos períodos de tempo e dentro de pequenas distâncias. O estudo da paisagem permite conhecer, as condições naturais da área e as modificações influenciadas pelas ações antrópicas sobre a mesma.

Entre as formações vegetais florestais existentes no Estado do Rio Grande do Sul, destaca-se a Floresta Ombrófila Mista, resultante da combinação de floras de origem austral-andina e floras de origem tropical afro-brasileira (VELOSO; RANGEL FILHO & LIMA, 1991). Esta Floresta se caracteriza pela presença da *Araucaria angustifolia*, o aspecto fitofisionômico característico desta cobertura é de copas planas e arredondadas.

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore fundamental para o ecossistema, pois constitui o sustento alimentar de uma ampla diversidade de animais e no seu interior se conformam diversas outras populações florísticas. No período de frutificação, a vida na floresta se altera, visto que muitos animais se alimentam das sementes

desta espécie. A Floresta de Araucária também abriga outras diversas espécies vegetais que em seu interior formam populações interativas e diferenciadas em florística, estrutura e organização ecológica (BRDE, 2005).

A utilização das ferramentas geotecnológicas, voltadas à quantificação e modelagem espacial de florestas, auxilia no levantamento, na conservação e na realização de projeções futuras destas áreas, como também permite a identificação da intervenção antrópica da floresta e o mapeamento da cobertura do solo em escala espaço-temporal. A partir da análise multi-temporal de imagens de SR é possível avaliar os conflitos emergentes entre a cobertura do solo e a legislação nacional que restringe seu uso.

Segundo Eckhardt *et al.* (2013), as geotecnologias tornam-se atrativas pelos custos relativamente baixos de implementação, facilidade de desenvolvimento, a velocidade no processamento de dados, assim como a geração de novas informações. Paralelamente, favorecem a tomada de decisão nas atividades de planejamento, fiscalização e controle, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico dos municípios.

Com o intuito de preservar a biodiversidade e mitigar os efeitos adversos do desmatamento, muitas ferramentas de geotecnologias estão sendo utilizadas para indicar áreas prioritárias para a conservação e também direcionar ações governamentais que visam a sustentabilidade ambiental (XIMENES, 2008). A partir da modelagem dinâmica espacial é possível analisar e na perceber os mecanismos que induzem os processos de desenvolvimento das mudanças ambientais.

Ao determinar como os sistemas se transformam frente a um conjunto de circunstâncias, podem-se representar cenários traduzidos por diferentes quadros socioeconômicos, políticos e ambientais (SOARES-FILHO *et al.* 2007), e, desta forma, prever a ocorrência de alguns fenômenos, como

mudanças de cobertura e uso do solo, dinâmica da paisagem, incluindo-se o desmatamento.

Nesta linha, a busca pela sustentabilidade é de extrema importância para a humanidade, onde, o objetivo principal é utilizar ou desfrutar a paisagem sem degradá-la garantindo a preservação do meio ambiente para as futuras gerações, construindo um caminho de equilíbrio por meio de ações e atividades que produzam elos compatíveis com os elementos do sistema e com a sua vulnerabilidade. Em linhas gerais, quanto mais interagirmos com os sistemas naturais dentro de seu tempo e no espaço, mais facilmente será assegurada a relação entre nós e o ambiente em que vivemos (SANTOS, 2007).

Neste sentido, o estudo abordou, por meio de produtos de sensoriamento remoto e geoprocessamento, a dinâmica do uso do solo e da Mata de Araucária no Estado do Rio Grande do Sul, com ênfase em processos que determinam a dinâmica da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta está localizada em sua maior parte na região do Vale do Taquari, RS, Brasil, entre as latitudes 29° 30' e 28° 49' S e as longitudes 52°00' e 52° 45' W, a nordeste do estado do Rio Grande do Sul Figura

1. A área da bacia engloba total ou parcialmente 20 municípios do Estado sendo eles Arroio do Meio, Arvorezinha, Barros Cassal, Coqueiro Baixo, Canudos do Vale, Capitão, Fontoura Xavier, Pouso Novo, Progresso, São José do Herval, Itapuca, Sério, Lajeado, Travesseiro, Santa Clara do Sul, Marques de Souza, Nova Brescia, Relvado, Putinga e Soledade.

Devido à acentuada atividade agrícola e ao processo de urbanização, apresenta poucas áreas de floresta contínuas, predominando habitats fragmentados, separados por propriedades rurais ou áreas urbanas. Por outro lado, a região apresenta uma heterogeneidade de fito-regiões: campos, Floresta Estacional Decidual, Mata de Araucária e áreas de formação pioneira (PÉRICO *et al.*, 2011).

Para a realização da análise temporal das condições de uso e ocupação do solo na área de estudo, foram adquiridas, gratuitamente, junto ao acervo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), imagens do satélite Landsat TM 5 (1986, 1996, 2006) sendo que a imagem decorrente ao ano de 2014 foi obtida pelo Landsat 8 através do acervo de imagens da NASA- (*National Aeronautics and Space Administration*), com resolução espacial de 30 metros.

A Tabela 1 apresenta a relação e característica das imagens de satélite utilizadas no estudo.

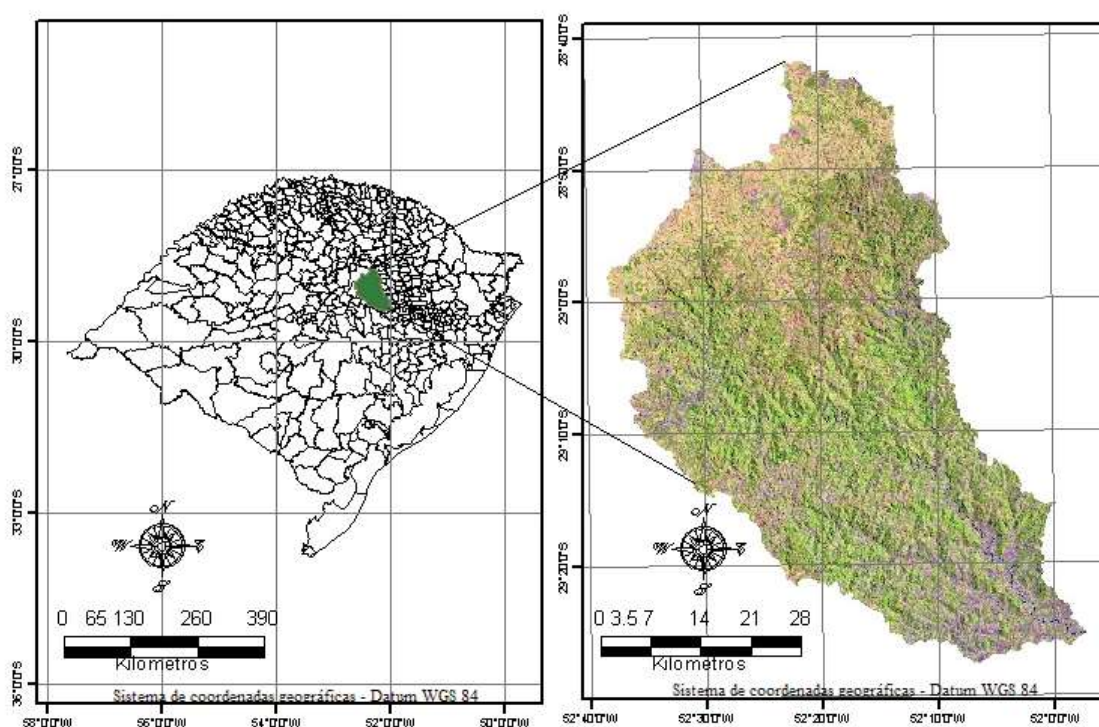


Fig. 1 - Localização da bacia Hidrográfica do Rio Forqueta.

Tabela 1: Relação das imagens de satélite Landsat utilizadas

Data da imagem	Satélite/Sensor	Órbita - Ponto	Resolução Espacial	Bandas Utilizadas
14/10/1986	Landsat TM 5	222.080	30 m	3, 4 e 5
07/09/1996	Landsat TM 5	222.080	30 m	3, 4 e 5
19/09/2006	Landsat TM 5	222.080	30 m	3, 4 e 5
27/10/2014	Landsat OLI 8	222.080	30 m	4, 5 e 6

## 2.1 Pré-processamento das imagens

O recorte e o georreferenciamento das imagens do TM 5 e a análise temporal da paisagem das imagens foram elaborados no software *ArcGis 10.2*. A classificação do uso e ocupação do solo foi realizada pelo software *ENVI 5.0*. O georreferenciamento pode ser definido como o processo digital em que se atribuem coordenadas geográficas a todos os pixels de uma imagem. (BERNARDES & SUERTEGARAY, 2009). Para o georreferenciamento realizado nas imagens Landsat TM 5, utilizou-se um conjunto de 10 pontos de controle, extraídos do software *Google Earth*. O erro médio quadrático (RMS) do processo de georreferenciamento foi controlado com valor inferior a 1 pixel. Os pontos de controle foram alocados de modo que cada quadrante da área recebesse pelo menos 20% do total de pontos. Após concluir o georreferenciamento das imagens, foi utilizado o limite hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta como máscara para realizar o recorte nas imagens multiespectrais georreferenciadas.

## 2.2 Classificação das Imagens

A classificação pode ser definida como um processo que consiste em agrupar pixels em classes pré-estabelecidas ou não pelo usuário, a partir de suas características (JENSEN, 2005). A classificação de imagens tem o objetivo de reconhecer classes de pixels na imagem para a identificação de tipos de cobertura de solo de acordo com os padrões de resposta espectral dos alvos, por exemplo, classificação de pixel da imagem em cobertura de solo do tipo urbano, floresta ou água.

De acordo com Bernardes & Suertegaray (2009), existem dois métodos principais e

distintos de classificação digital atribuído à classificação automática de imagens digitais: Classificação supervisionada e a Classificação não supervisionada.

Para executar a classificação supervisionada das imagens, foram utilizadas cinco classes de ocupação do solo, Floresta Estacional Decidual (FED), Mata de Araucária (MA), Floresta Exótica, Agropecuária e Água.

Após esta fase de amostragem utilizou-se o algoritmo de classificação por Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*), o qual é utilizado por ser um método que consiste em boas propriedades assintóticas dos estimadores, as quais são consistentes e eficientes.

O método de Classificação supervisionada *Maximum Likelihood*, avalia a variância e a covariância das amostras de treinamento em resposta espectral quando se classifica um pixel desconhecido, admitindo que a distribuição da nuvem de pontos que forma a amostra dos dados é a distribuição normal.

A análise temporal foi realizada a partir da comparação dos mapas de uso e cobertura do solo das quatro imagens estudadas, verificando-se assim, as mudanças ocorridas em cada período de tempo. Além da avaliação dos 28 anos período entre (1986 a 2014), obteve-se também o comportamento da paisagem no período intermediário do estudo.

Para atingir os objetivos realizou-se a análise cronológica de duas imagens Landsat da região da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta – uma de 1986 e outra de 2014. Esta diferença temporal proporciona analisar as alterações da cobertura vegetal calhadas na Bacia do Rio Forqueta em um período de 28 anos. A Figura 2 demonstra o fluxograma metodológico da etapa da evolução temporal.

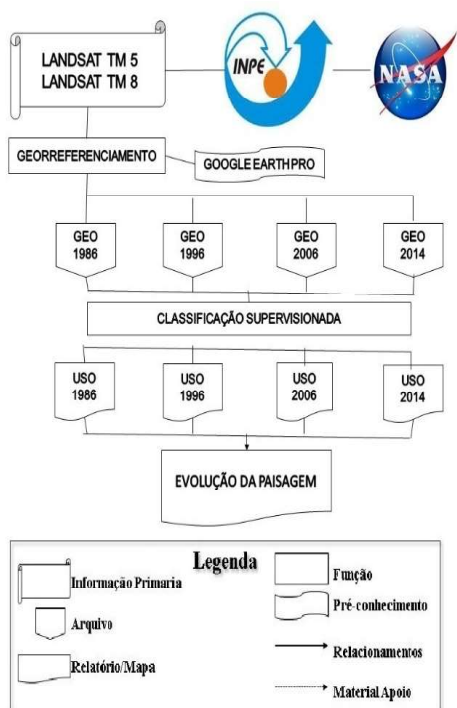


Fig. 2 - Fluxograma metodológico da análise espaço-temporal da área de estudo.  
Fonte: Autor

### 2.3 Validação da Classificação

Para a validação dos produtos resultantes da classificação das imagens, utilizou-se a imagem do ano de 2014 pelo método de *kappa*.

Com o auxílio do software *Idrisi Selva* foram criados, no recorte da Bacia 40 pontos de amostragem sorteados de forma aleatória pelo sistema. Após, estes foram identificados com o auxílio do software *Google Earth* e cada um foi agregado à classe correspondente (Mata de Araucária, Floresta Exótica, Floresta Estacional Decidual, Agropecuária e Água). Após este processo gerou-se uma imagem onde os pixels das amostras representam a verdadeira cobertura do solo. Por fim esta imagem foi confrontada pelo sistema com a imagem classificada, resultando em um índice *kappa* de 0,81.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos mapas resultantes da classificação das imagens descritas na metodologia obtiveram-se os resultados da situação atual da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta.

### 3.1 Uso e cobertura do solo de 1986

A análise do uso do solo de 1986 mostrou que as áreas com cobertura florestal se encontravam com aproximadamente 33% da área total da bacia, onde 10,31% representam área com Mata de Araucária. Além disso, demonstrou a predominância do uso agropecuário com aproximadamente 66 % da área total da bacia hidrográfica (Tabela 2).

Tabela 2: Cenário de Uso e Cobertura do Solo da BHRF de 1986

Classe de uso	Área Km <sup>2</sup>	%
MA <sup>1</sup>	293.35	10.31%
Floresta Exótica	115.01	4.04%
FED <sup>1</sup>	527.46	18.54%
Agropecuária	1886.33	66.29%
Água	23.38	0.82%
<b>Total</b>	<b>2845.53</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

### 3.2 Uso e cobertura do solo de 1996

A análise da imagem de 1996 revelou aumento nas áreas de FED e de Florestas Exóticas, entretanto houve redução na área de MA. Observa-se também que houve redução de aproximadamente 2% nas áreas agropecuárias. No ano de 1996, 34% da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, era coberta por Florestas, sendo que 20% correspondem a Floresta Estacional Decidual, 5% a Floresta Exótica e 9% representam a Mata de Araucária (Tabela 3).

Tabela 3: Cenário de Uso e Cobertura do Solo da BHRF de 1986

Classe de uso	Área Km <sup>2</sup>	%
MA <sup>1</sup>	253.45	8.91%
Floresta Exótica	135.56	4.76%
FED <sup>2</sup>	578.57	20.33%
Agropecuária	1838.01	64.59%
Água	39.9	1.40%
<b>Total</b>	<b>2845,50</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

### 3.3 Uso e cobertura do solo de 2006

A análise da imagem de 2006 demonstra que houve um período de estagnação da área de MA, porém tem-se aumento nas áreas da FED e Floresta Exótica. Notou-se abandono na área de agricultura, este por sua vez pode estar diretamente relacionado ao êxodo rural, onde muitas famílias deixaram o campo e começaram a exercer atividades remuneradas em centros urbanos próximos. Este fenômeno explica o aumento das áreas de Florestas bem como o aumento na área agropecuária.

No ano de 2006, 42% da bacia estava coberta por áreas florestais, destes 9% eram de Mata de Araucária. Consta-se que ocorreu aumento de 12% das Florestas Exóticas e 21% da FED, enquanto os usos agropecuários ocupavam aproximadamente 57% da área da bacia (Tabela 4).

Tabela 4: Cenário de Uso e Cobertura do Solo da BHRF de 2006

Classe de uso	Área Km <sup>2</sup>	%
MA <sup>1</sup>	255.6	8.98%
Floresta Exótica	344.96	12.12%
FED <sup>2</sup>	584.76	20.55%
Agropecuária	1619.1	56.90%
Água	41.1	1.44%
<b>Total</b>	<b>2845,50</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

### 3.4 Uso e cobertura do solo de 2014

Após análise da classificação da imagem de 2014, percebeu-se que a cobertura florestal demonstrou aumento significativo, tendo ocorrência de regeneração por toda a área da Bacia. No entanto, com o aumento das áreas florestais, ocorreu decréscimo nas áreas agropecuárias. Nota-se que a regeneração da Floresta Estacional Decidual ocorreu, principalmente, em áreas mais declivosas da Bacia. Como possível motivo, pode-se citar o abandono das áreas de difícil acesso onde muitas vezes a mão de obra é substituída por máquinas e estas áreas por não estarem aptas são abandonadas.

Os resultados mostram que as áreas florestais estão passando por um período de regeneração e que a Bacia apresentou aumento

de vegetação arbórea no período estudado, sendo este em torno de 50% de florestas, dos quais 7,43% correspondem a Mata de Araucária (Tabela 5).

Tabela 5: Cenário de Uso e Cobertura do Solo da BHRF de 2014

Classe de uso	Área Km <sup>2</sup>	%
MA <sup>1</sup>	211.47	7.43%
Floresta Exótica	380.91	13.39%
FED <sup>2</sup>	833.81	29.30%
Agropecuária	1378.21	48.43%
Água	41,1	1.44%
<b>Total</b>	<b>2845,50</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

Ao observar o mapa de uso e cobertura do solo de 2014 percebeu-se que as áreas de uso agropecuário apresentaram redução perante a área total da bacia.

Dinâmica da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta

O perfil espacial das imagens apontadas pelos mapas de uso e cobertura do solo é resultado, principalmente, por ações antrópicas e fenômenos naturais. Neste contexto, a dinâmica da paisagem engloba, basicamente, as modificações espaciais do sistema por um determinado período de tempo.

A análise sistemática dos mapas de uso e cobertura do solo do período entre 1986 e 2014 (Tabela 6), apresenta aumento nas áreas florestadas em praticamente toda a área da Bacia, com exceção das regiões sudeste e noroeste, onde o aumento da floresta não é muito evidente. O maior aumento de floresta foi percebido na área central da Bacia, onde também se encontram as áreas com maior declividade e maior concentração dos cursos de água.

A partir da análise da Tabela 7, constata-se que as áreas com Mata de Araucária tiveram redução de 28%, principalmente na última década. As áreas com Florestas Exóticas aumentaram 231%, passando de 4% para 13% da área total da Bacia. As áreas com Floresta Estacional Decidual também aumentaram de 19% para 29% da cobertura da Bacia no período. Em consequência do aumento de algumas áreas florestais, as áreas agropecuárias reduziram de 67% para 46% da área total da bacia.

Tabela 6: Síntese da evolução da paisagem de 1986 a 2014

Ano	MA <sup>1</sup> (Km <sup>2</sup> )	Floresta Exótica (Km <sup>2</sup> )	FED <sup>2</sup> (Km <sup>2</sup> )	Agropecuária (Km <sup>2</sup> )	Água (Km <sup>2</sup> )
1986	293.35	115.01	527.46	1886.33	23.38
1996	253.45	135.56	578.57	1838.01	39.9
2006	251.6	344.96	584.76	1623.08	41.1
2014	211.47	380.91	833.81	1376.91	42.4

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

Tabela 7: Evolução da paisagem da BHRF de 1986 a 2014

Classes de uso	1986	2014	Δ Km <sup>2</sup>	Δ %
MA <sup>1</sup>	293.35	211.47	-81.88	-27.91%
Floresta Exótica	115.01	380.91	265.9	231.20%
FED <sup>2</sup>	527.46	833.81	306.35	58.08%
Agropecuária	1886.33	1376.91	-509.42	-27.00%

<sup>1</sup>MA – Mata de Araucária

<sup>2</sup>FED – Floresta Estacional Decidual

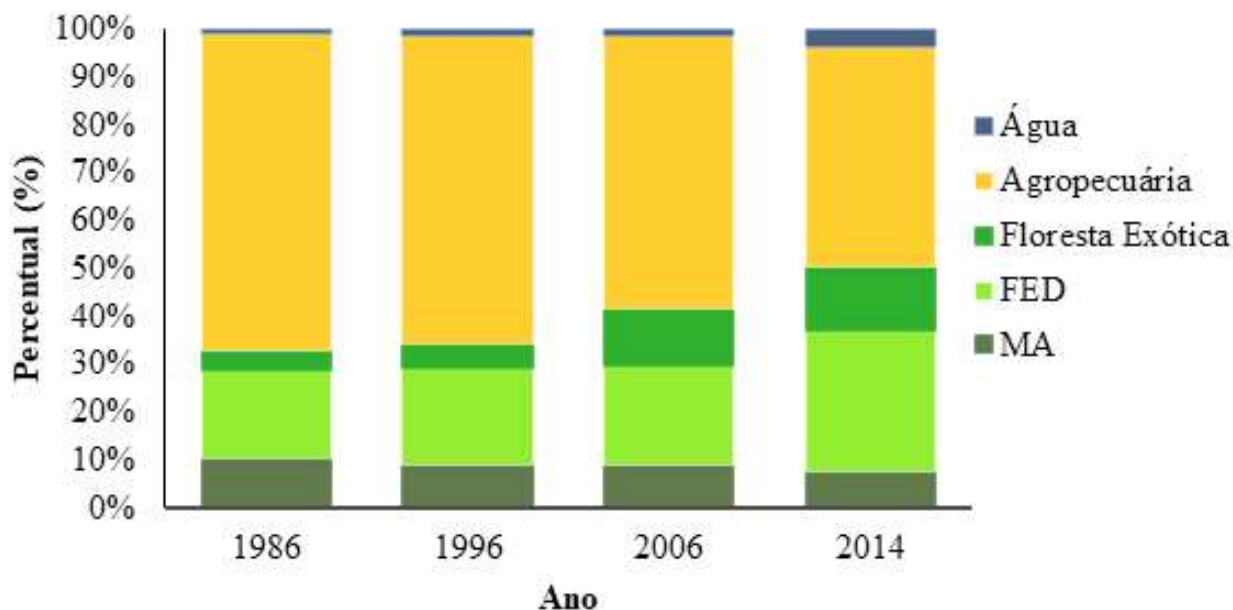


Fig. 3 - Evolução da paisagem da BHRF de 1986 a 2014.

Observa-se na Figura 3 que as áreas florestais aumentaram no período de 1986 a 2014, sendo este aumento foi intensificado nos últimos 20 anos. No ano de 1986 as áreas florestais (MA, FED e Florestas Exóticas) representavam 33% da área da Bacia e em 2014 representavam 49% da Bacia.

Verifica-se que houve redução da Mata de Araucária no período de 1986 a 2014, como consequência da extensiva extração da Araucária nos anos 80 e 90, para produção de madeira e

usos afins. Em 1986 a área de MA representava 10,31% da Bacia e em 2014 representavam 7,31% da área da BHRF.

Os resultados da dinâmica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta são semelhantes aos estudos realizados por Rempel (2000), a qual conduziu um estudo similar na Bacia. Um dos possíveis motivos que explica as modificações na paisagem na região da BHRF é o êxodo rural, processo pelo qual favoreceu a saída das famílias do interior, aumentando as

áreas com florestas. Além deste, as alterações nos sistemas de produção, saindo do sistema manual para sistemas totalmente mecânicos (automatizados), que em muitas áreas da Bacia não podem ser utilizados em função das declividades acentuadas, favoreceu o abandono da região. Segundo Eckhardt, Silveira & Rempel (2013), em virtude destes e outros processos é possível a regeneração natural e a recuperação da cobertura vegetal nativa nas áreas com elevada declividade.

Percebe-se que a partir das técnicas e as imagens de satélite utilizadas para o estudo da evolução temporal do uso e ocupação do solo da bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, mostraram-se adequadas para estas análises. Verificando-se a redução significativa da Mata de Araucária, mas em contrapartida ocorreu aumento das áreas florestais principalmente a Floresta Estacional Decidual.

A Mata de Araucária, em função de ser madeira nobre e com alto valor comercial, foi suprimida por agricultores, assim os dados apresentaram redução de aproximadamente 28%, ressaltando-se que a MA existente se encontra bastante fragmentada e em geral em pequenos núcleos.

Nas últimas duas décadas percebe-se que pelo constante avanço nas tecnologias agrícolas e também resultado do abandono de áreas rurais, as áreas com declividade elevada estão em constante regeneração, fato este que resultou em um aumento significativo da Floresta Estacional Decidual em estágio secundário. Outro fato que comprova que muitas áreas de terra foram abandonadas é a redução nas áreas de agricultura e agropecuária.

Assim as áreas florestais que predominam na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta são áreas de regeneração, que variam em seus diversos estágios sucessionais, notando-se que em muitos pontos o abandono da agropecuária e a agricultura colaboram para o processo de regeneração. A cobertura florestal original fica quase que restrita a áreas de declive bastante acentuado, justificando o fato de que historicamente a atividade agrícola prioriza áreas não tão íngremes.

Por fim pode-se concluir que as geotecnologias, principalmente técnicas de Sensoriamento Remoto são de extrema

importância para análises ambientais, especialmente, para constatação mais rápida e eficaz da evolução da paisagem em Bacias Hidrográficas. Com isto, sugere-se a continuidade de novos trabalhos visando subsidiar futuras políticas públicas com a intenção principal de mitigar os impactos, recuperar áreas degradadas e conservar o meio ambiente.

#### 4. CONCLUSÕES

A Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta apresentou aumento nas áreas de florestas e decréscimo em áreas agropecuárias. Dentre as formações vegetais observou-se que ocorreu redução nas áreas com Mata de Araucária e aumento nas áreas com Floresta Estacional Decidual e principalmente áreas com Florestas Exóticas.

Os resultados apresentados neste estudo demonstram que através de técnicas de Sensoriamento Remoto, a aquisição de dados e o levantamento ambiental são eficazes e podem ser utilizados para comparações da situação da paisagem ao longo do tempo.

A avaliação do estado da paisagem em bacias hidrográficas é de extrema importância, sendo possível avaliar o estado atual bem com as mudanças ocorridas com o tempo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, F. F.; SUERTEGARAY, D. M. A. O uso de geotecnologias para o estudo do conceito de (meio) ambiente no ensino médio. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 273-284. 2009.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Agência de Florianópolis. Gerência de Planejamento. **Cultivo da Araucária angustifolia: análise de viabilidade econômico-financeira**. Florianópolis: BRDE, p.53, 2005.

BRITO, F.; **Corredores ecológicos: uma estratégia integrada na gestão de ecossistemas**. Ed. da UFSC. Florianópolis: UFSC, p. 273, 2006.

CALLEGARO, R. M.; **Structural and floristic variations in a remnant of montane mixed ombrophyllous forest in Nova Prata-RS**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 97, 2012.



- ECKHARDT, R. R.; SILVEIRA, C. A. da. & REMPEL, C.; Evolução temporal do uso e cobertura da terra no município de Bom Retiro do Sul - RS – Brasil, **Revista Caminhos de Geografia – Uberlândia**, v. 14, n. 47, p. 150-161, 2013.
- JENSEN, J. R.; **Introductory digital image processing: a remote sensing Perspective**. 3rd Ed., Upper Saddle River: Prentice-Hall, p.544, 2005.
- PÉRICO, E; CEMIN, G.; AREND, U.; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R.; Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio Forqueta-RS. In: **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, p. 1200, 2011.
- REMPEL, C.; **aplicação do sensoriamento remoto para determinação da evolução da mata nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta – RS, entre 1985 e 1995**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 85. 2000.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo; Oficina de Textos, p. 184, 2004.
- SANTOS, R. F. **Vulnerabilidade ambiental**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 192, 2007.
- SOARES-FILHO, B.; CERQUEIRA, G. C.; ARAÚJO, W. L.; VOLL, E.; Modelagem de dinâmica de paisagem: concepção e potencial de aplicação de modelos de simulação baseados em autômato celular, **Megadiversidade 3**. Minas Gerais, v. 03, n. 1-2, p. 74-86. 2007.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE. Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, Rio de Janeiro, p. 124. 1991.
- XIMENES, A. C.; Modelagem dinâmica do desmatamento na Amazônia. **Boletim de Ciências Geodésicas - sec. de artigos**, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 370-391. 2008.