

ANÁLISE EVOLUTIVA DE REMANESCENTES FLORESTAIS UTILIZANDO O *SOFTWARE R*

Juliana Marchesan¹, Elisiane Alba², Rudiney Soares Pereira³

¹Eng^a Florestal, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria-RS, marchesan.ju@gmail.com

²Eng^a Florestal, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria-RS, elisianealba@gmail.com

³Eng^o Florestal, Professor do Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS, rudiney.s.pereira@gmail.com

RESUMO: Há anos os desmatamentos vêm ocasionado a fragmentação da floresta nativa nos diferentes biomas, assim, estudos que visem analisar espacialmente os remanescentes tornam-se de grande importância. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi analisar a fragmentação florestal na microbacia hidrográfica do Arroio Grande, região central do Rio Grande do Sul, por meio do *software R*. Utilizou-se imagens do satélite Landsat 5/TM, para o ano de 2010, e Landsat 8/OLI, para o ano de 2014, o mapeamento dos fragmentos florestais foi realizado por meio da classificação MaxVer, no *software SPRING 5.1.8*. No *software R* calculou-se o número de fragmentos, a área total, o tamanho médio dos fragmentos e o fragmento de maior tamanho, para os dois anos de estudo. Para tal, necessitou-se dos pacotes *igraph*, *raster*, *rgdal* e *rgeos*. Com os resultados obtidos, notou-se que a microbacia possuía 2.676,06 ha de floresta em 2010, enquanto que em 2014 essa área aumentou para 3.262,95 ha. O número de fragmentos florestais aumentou de 2010 para 2014, os quais totalizaram 132 e 209 respectivamente, enquanto que o tamanho médio diminuiu de 20,27 para 15,61 ha. Assim, foi possível concluir que o R é uma ferramenta promissora e eficiente para análise de dados espaciais.

Palavras-chave: fragmentação florestal, imagem de satélite, linguagem R.

INTRODUÇÃO: Há anos os desmatamentos vêm ocasionado a fragmentação da floresta nativa nos diferentes biomas. A Mata Atlântica destaca-se por ser um dos biomas mais ameaçados do mundo, devido ao intenso desmatamento (JENKINS et al., 2013). Atualmente, restam 12,5% da sua área original, quando contabilizados os fragmentos maiores de 3 hectares (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2015), além de apresentar-se altamente fragmentada, sendo 83% dos fragmentos menores que 50 ha (RIBEIRO et al., 2009). Assim, estudos que visem analisar espacialmente os remanescentes florestais de modo a averiguar a situação dos mesmos em uma determinada área, tornam-se de grande importância para impor estratégias de manejo de modo a conservar os fragmentos restantes. Neste âmbito, diversos *softwares* têm sido utilizados para análise da fragmentação, porém, recentemente, pesquisadores vêm utilizando o R para análise de dados espaciais, uma vez que é considerado uma ferramenta promissora na área do sensoriamento remoto e geoprocessamento, por ser um *software* livre, flexível no tipo de dados que podem ser analisados e permite alteração nas funções disponíveis (MUENCHEN, 2011). O R foi projetado em linguagem própria, mas também permite a integração com código escrito em C, C ++, Fortran, Java, entre outros, para tarefas computacionalmente intensivas ou para alavancar ferramentas fornecidas para outros idiomas (VERZANI, 2011). Assim, o autor ressalta que o R, atualmente, apresenta grande capacidade de resolver problemas variados, porém, ainda há espaço para crescer. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi analisar a fragmentação florestal na microbacia hidrográfica do Arroio Grande, região central do Rio Grande do Sul, por meio do *software R*.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo, a microbacia hidrográfica do Arroio Grande, abrange os municípios de Agudo e Paraíso do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 8.860 ha. Está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 29°41'41" e 29°35'15" de latitude sul e 53°17'18" e 53°09'07" de longitude oeste.

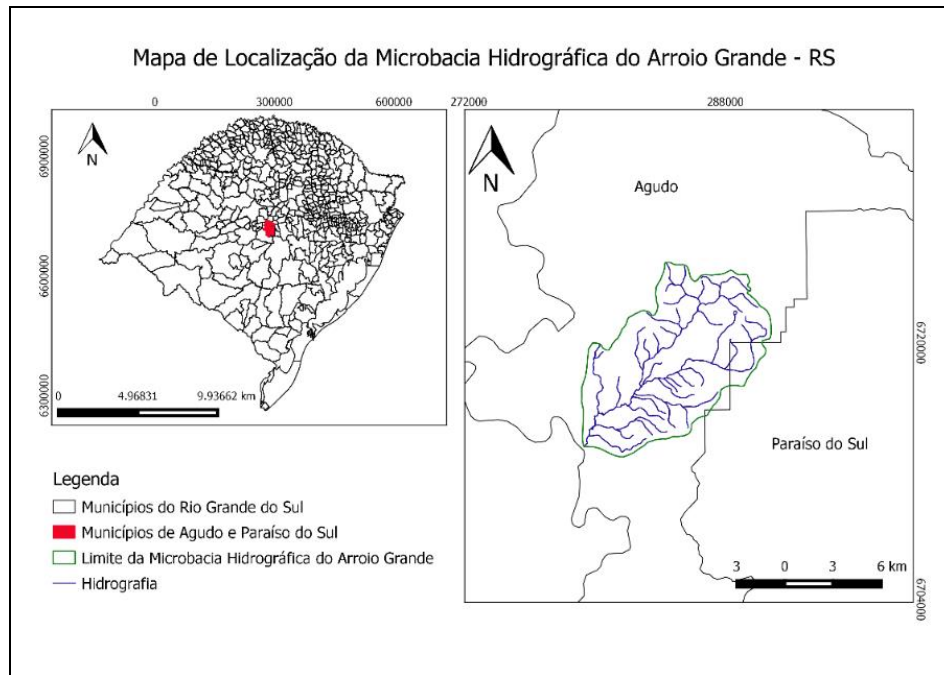


Figura 1 – Localização da área de estudo.

A economia da região é centrada na agricultura, apresentando como principal cultivo o arroz, e a pecuária, com a criação de bovinos, ovinos e suínos (KOBS e VIERA, 2010). Durante décadas as florestas nativas foram cedendo espaço para implementação da agricultura e da pecuária, dessa forma, torna-se importante estudos, na região, que visem analisar a fragmentação florestal. Para o mapeamento dos fragmentos de floresta nativa utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM), bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7, órbita-ponto 222-081, datada de 18/02/2010, e uma imagem do satélite Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), constituída pelas bandas visíveis e do infravermelho (2, 3, 4, 5, 6 e 7), órbita-ponto 222-81, datada de 28/01/2014, ambas com resolução espacial de 30 m e disponibilizadas gratuitamente pelo *United States Geological Survey* (USGS), possibilitando analisar espacialmente a evolução dos fragmentos durante o período de estudo. Primeiramente foi realizado o processo de delimitação manual da microbacia hidrográfica de estudo, na qual utilizou-se as curvas de nível de maior cota como referência. As imagens foram adquiridas georreferenciadas, não sendo necessário o georreferenciamento das mesmas, desse modo, o próximo passo foi o processamento das imagens, realizando testes de composição de bandas para posterior classificação que foi de forma supervisionada “pixel a pixel” por meio do algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança). Para avaliar a eficiência da classificação utilizou-se o coeficiente *Kappa* proposto por Cohen (1960). Os resultados foram gerados diretamente no aplicativo SPRING e utilizou-se a tabela proposta por Landis e Koch (1977) para avaliar a qualidade da classificação. Após o mapeamento dos fragmentos florestais, o arquivo em formato *raster* foi importado para o *software* R, utilizando os pacotes *raster* e *rgdal*. No R calculou-se a área total, em hectares, ocupada pelos fragmentos de floresta nativa, o número de fragmentos, o tamanho médio dos fragmentos, em hectares, e o fragmento de maior tamanho, em hectares, nos dois anos de estudo. Para tal, necessitou-se dos pacotes *igraph*, *raster* e *rgeos* disponíveis no CRAN (<https://cran.r-project.org/>). As funções desenvolvidas foram testadas em uma área conhecida, de modo a verificar a veracidade dos resultados. Posteriormente aplicou-se as funções na área de estudo para análise dos fragmentos florestais em um intervalo de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O índice *Kappa* foi de 97,0% e 95,6% para os anos de 2010 e 2014 respectivamente, estes foram obtidos por meio das próprias amostras adquiridas no treinamento pelo SPRING, enquadrando-se em uma classificação “excelente” de acordo com tabela proposta por Landis e Koch (1977). A Figura 2 representa a distribuição espacial dos fragmentos de floresta nativa na área de estudo.

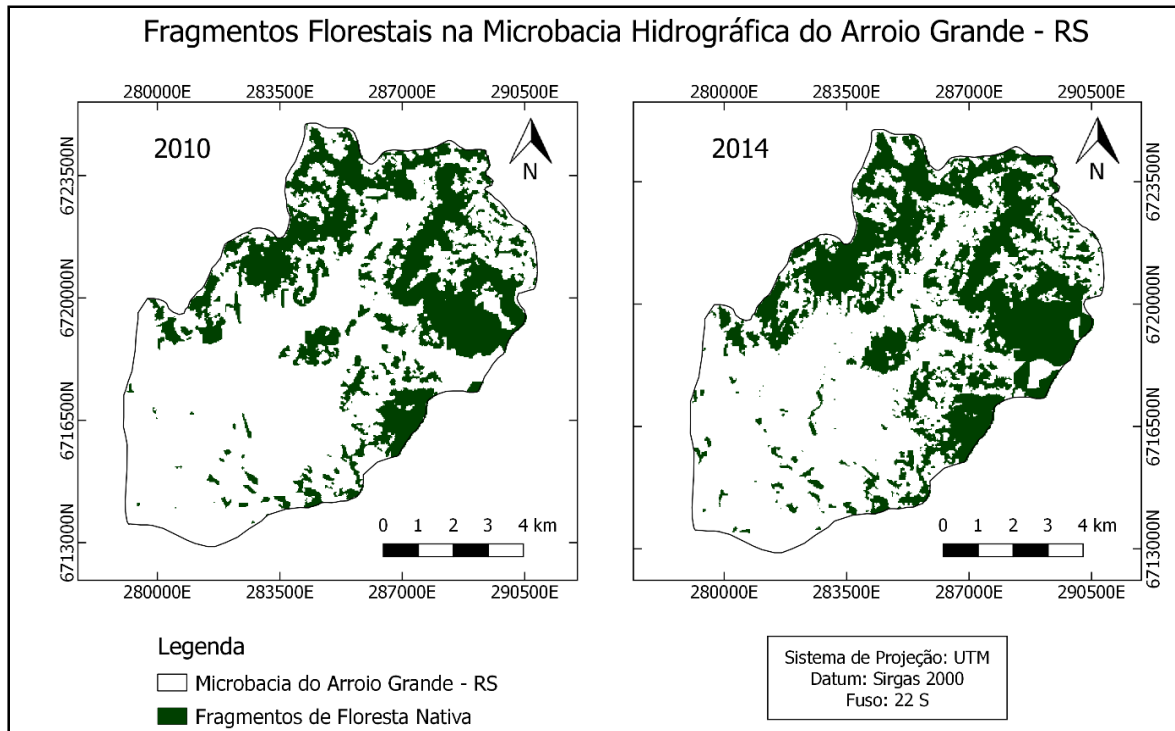


Figura 2 – Mapa dos fragmentos florestais da microbacia do Arroio Grande, Rio Grande do Sul, para os anos de 2010 e 2014.

Analisando visualmente os mapas de distribuição dos fragmentos florestais nos anos de 2010 e 2014 foi possível perceber que a regeneração florestal em áreas situadas ao sul da microbacia foram relevantes. O mesmo ocorreu em áreas mais declivosas situadas na região norte da área de estudo. Conforme a Tabela 1 notou-se que a microbacia possuía 2.676,06 ha de floresta em 2010, enquanto que em 2014 essa área aumentou para 3.262,95 ha. O número de fragmentos aumentou, passando de 132 para 209, e o tamanho médio diminuiu, os quais em 2010 eram de 20,27 ha e em 2014 este valor foi de 15,61 ha.

Tabela 1 – Análise dos fragmentos de floresta na microbacia hidrográfica do Arroio Grande, RS, para os anos de 2010 e 2014.

Variáveis	2010	2014
Área total dos fragmentos (ha)	2.676,15	3.262,95
Número de fragmentos	132	209
Tamanho médio dos fragmentos (ha)	20,27	15,61
Fragmento de maior tamanho (ha)	1.732,86	2.096,73

Corroborando com o descrito anteriormente, os resultados quantitativos indicam que as áreas de floresta nativa regeneraram, uma vez que obteve aumento na área ocupada pela classe. Este fato está atrelado ao êxodo rural, recorrente nas áreas rurais nos dias atuais, e ao abandono de áreas anteriormente utilizadas para a agricultura ou pela pecuária. Contudo, percebeu-se que houve um aumento do número de fragmentos florestais, os quais passaram de 132 para 209 de 2010 para 2014 respectivamente, enquanto que o tamanho médio destes fragmentos diminuiu de 20,27 ha para 15,61 ha. Estes resultados indicam também a regeneração de áreas florestais na microbacia do Arroio Grande, com o aumento do número de fragmentos pequenos, se comparado ao ano anterior de estudo.

O fragmento de maior tamanho aumentou de 2010 para 2014 abrangendo no último ano 2.096,73 ha. Este fragmento está localizado na região superior da microbacia, onde há áreas com maiores declividades, sendo possível perceber que nestes locais os remanescentes florestais apresentam-se mais preservados (MARCHESAN et al., 2015), localizados em áreas com altos declives ou nos topos de morros, ou seja, em locais impróprios para cultivos agrícolas. Fragmentos grandes apresentam importante função ecológica, por abrigarem maior diversidade tanto da fauna quanto da flora (VERONESE, 2009). Enquanto que nas áreas de várzea, localizadas ao sul da microbacia, encontram-se poucos fragmentos, e quando existentes, apresentam áreas pequenas. Zanella (2011) relata que fragmentos de menores tamanhos são importantes na paisagem para, pois diminuem o isolamento dos fragmentos maiores, os quais costumam se encontrar mais isolados. Porém, os fragmentos com tamanhos reduzidos são pobres em diversidade (VERONESE, 2009).

CONCLUSÕES: O software R mostrou-se uma ferramenta promissora e eficiente para análise de dados espaciais. Sendo assim, com este trabalho foi possível demonstrar uma das diversas utilidades do *software*, permitindo incentivar trabalhos futuros que utilizem esta ferramenta. Em relação aos fragmentos de floresta nativa presentes na área de estudo, a microbacia do Arroio Grande, observou-se um aumento de 2010 para 2014, indicando a regeneração de áreas antes ocupadas por agricultura ou pecuária.

REFERÊNCIAS:

- FUNDAÇÃO SOS MATA ATALÂNTICA. **Relatório Anual 2015**. 2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acesso em: 17 dez. 2016.
- JENKINS, C. N.; PIMM, S. L.; JOPPA, L. N. Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. **PNAS**, v. 110, n. 28, p.1-9, 2013. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/110/28/E2602.full.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2016.
- KOBS, M. VIERA, V. Degradação ambiental do Arroio Grande (Hermes) na cidade de Agudo, RS. **Revista Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Humanas, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 17-27, 2010. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/CHUMANAS/2010/02.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2017.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.
- MARCHESAN, J. et al. Influência de características físicas nas mudanças de uso e cobertura da terra na microbacia hidrográfica do Arroio Grande – RS. In: I Simpósio Internacional de águas, solos e geotecnologias, 1., 2015, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 2015. P. 1-11. Disponível em: <<http://www.sasgeo.eco.br/index.php/2015/cred/paper/viewFile/77/100>>. Acesso em: 22 mai. 2017.
- MUENCHEN, R. A. **R for SAS and SPSS Users**. 2 ed., Nova York: Springer, 2011, 685 p.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed: Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320709000974>>. Acesso em: 17 dez. 2016.
- VERZANI, J. **Getting started with RStudio**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011, 92 p. Disponível em: <<http://www.cs.utexas.edu/~cannata/dataVis/Class%20Notes/Getting%20Started%20with%20RStudio.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2016.
- VERONESE, J. V. **Análise de fragmentos florestais e proposição de corredores ecológicos com base no Código Florestal – Lei 4.771/65**: aplicação na Serra do Brigadeiro – MG. 2009. 45 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2009.
- ZANELLA, L. **Análise da interferência antrópica na fragmentação da Mata Atlântica e modelos de simulação da paisagem na microrregião da Serra da Mantiqueira do estado de Minas Gerais**. 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2011.