



Dimensão das Áreas Cobertas pela Fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista e Floresta Plantada no Município de Painei, SC
Dimension of the Areas Covered by the Phytophysionomy of the Ombrophilia Forest Mixed and Forest in the Municipality of Painei, SC

Táscilla Magalhães Loiola¹; Roberta Aparecida Fantinel¹ & Ana Caroline Paim Benedetti²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Avenida Roraima 1000, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

²Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Avenida Roraima 1000, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

E-mails: tascillaloiola@gmail.com; fantinel.ar@gmail.com; anacaroline@politecnico.ufsm.br

Recebido em: 31/10/2018 Aprovado em: 07/12/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2020_4_48_54

Resumo

Acompanhar a dinâmica da região de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista é primordial para o planejamento das ações que poderão ocorrer nesses locais, sendo as geotecnologias uma grande aliada nesse sentido. Por isso, o trabalho buscou dimensionar os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista contendo *Araucaria angustifolia* no município de Painei em Santa Catarina, bem como, determinar as áreas com florestas plantadas, em um período de quatro anos (2013-2017). Com imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), realizou-se a análise e o mapeamento da cobertura florestal da área em estudo. Para tal, foram executadas as seguintes etapas no software SPRING versão 5.2.7: realce por contraste linear, após a aquisição das amostras de treinamento, análise das composições das imagens, classificação da imagem empregando o classificador de Máxima Verossimilhança e por fim a avaliação dos resultados por meio do índice Kappa. A partir da classificação digital observou-se que no ano de 2013 a classe floresta plantada ocupava uma área de 35,75 km², floresta nativa 285,28 km² e a classe outros usos 421,15 km². Já em 2017 computou-se para essas mesmas classes 85,68 km², 231,36 km² e 425,14 km² respectivamente. Assim, é possível inferir que houve diminuição nas áreas com floresta nativa enquanto que as áreas com floresta plantada aumentaram no mesmo período.

Palavras-chave: *Sensoriamento Remoto; Cobertura Florestal; Araucaria angustifolia*

Abstract

Accompanying the dynamics of the occurrence region of the Mixed Ombrophilous Forest is essential for the planning of actions that may occur in these places, and geotechnologies are allied in this regard. Therefore, the work sought to size the fragments of Mixed Ombrophilous Forest containing *Araucaria angustifolia* in the municipality of Painei, Santa Catarina, as well as, to determine the areas with planted forests, in a period of four years (2013-2017). With images from the Landsat 8 satellite, OLI (*Operational Land Imager*) sensor, the analysis and mapping of the forest cover of the study area was carried out. To do this, the following steps were performed in SPRING software version 5.2.7: linear contrast enhancement, after acquisition of the training samples, analysis of the image compositions, image classification using the Maximum likelihood classifier and finally the evaluation of the results using the Kappa index. From the digital classification it is observed that in the year 2013 the class planted forest occupied an area of 35.75 km², native forest 285.28 km² and the class other uses 421.15 km². In 2017, 85.68 km², 231.36 km² and 425.14 km² respectively were computed for these same classes. Thus, it is possible to infer that there was decrease in the areas with native forest while the areas with planted forest increased during this period.

Keywords: *Remote Sensing; Forest Cover; Araucaria angustifolia*

1 Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma tipologia florestal pertencente a Mata Atlântica que ocorre em altitude superior a 500 m, principalmente entre 800 e 1200 m. Ela está muito presente no estado de Santa Catarina, principalmente no Planalto Serrano, e caracteriza-se por possuir como espécie dominante a *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Kuntze. A madeira dessa espécie, de acordo com Hoff & Simioni (2004), principalmente nas décadas de 60 e 70, foi um dos principais produtos de exportação não somente de Santa Catarina, mas também do Brasil. Porém, a retirada desses recursos ocorreu de forma totalmente desordenada e sem nenhum tipo de planejamento que considerasse perpetuidade da espécie, bem como, não considerou a sustentabilidade dessa atividade florestal. Concomitantemente acontecia nessa época o avanço da fronteira agrícola, o que acarretou em uma drástica diminuição das áreas de FOM, implicando na inclusão da *Araucaria angustifolia* na lista de espécies ameaçadas de extinção da *The World Conservation Union* – A União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 1996) e da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, 2018).

Diante desse contexto, há de se questionar a eficiência das ações tomadas para proteger a araucária, no sentido de proporcionar a regeneração natural, a renovação dos recursos e a recuperação dessas áreas. Algumas pesquisas realizadas na região constataam a baixa presença da *Araucaria angustifolia* no sub-bosque como relatado por Higuchi *et al.* (2015), fatos como esses sugerem que a continuação e expansão da espécie precisa ser favorecida por meio de ações de manejo florestal sustentável.

Para isso, é importante conhecer as dimensões das áreas com floresta de araucária existentes em um período após a criação da lei restritiva. Nesse sentido, trabalhos pautados pelas geotecnologias, são necessários e podem ser tomados como base técnico-científica e, dessa forma direcionar políticas de conservação, preservação e manejo sustentável dos recursos florestais deste domínio vegetacional. Dentre as tecnologias mais abordadas em pesquisas voltadas para a análise do uso e cobertura da terra, principalmente no que tange a presente pesquisa (cobertura florestal) destaca-se o Sensoriamento Remoto, o Geoprocessamento e os SIG's.

O Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento são ferramentas fundamentais para o monitoramento da dinâmica de uso e cobertura da terra, pois propiciam com maior frequência a atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (Vaeza *et al.*, 2010). Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de acordo com Longley (2013) são usados para armazenar grandes quantidades de informação geográfica em banco de dados,

além de “realizar operações analíticas numa fração de tempo necessária para fazê-lo manualmente e automatizar o processo de confecção de mapas úteis”. Desta forma, estudos relacionados com a caracterização da cobertura da terra e a análise de seus diferentes usos e manejos são fundamentais para a compreensão da intensidade e os tipos das mudanças que ocorrem em determinadas áreas.

Partindo deste pressuposto, o trabalho buscou dimensionar os fragmentos de FOM contendo *Araucaria angustifolia* no município de Painei, no Planalto Sul de Santa Catarina, bem como, determinar as áreas com florestas plantadas, em um período de quatro anos (2013-2017) por meio de técnicas de geoprocessamento.

2 Material e Métodos

2.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

O município de Painei localiza-se nas coordenadas geográficas de 50° 06' 18" de longitude Oeste e 27° 55' 44" de latitude Sul, no Planalto Serrano de Santa Catarina com altitude de 1.144 metros (Figura 1).

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfb, temperado, constantemente úmido e sem estação seca definida, a temperatura média varia entre 15° e 16 °C, precipitação anual é de aproximadamente 1.543 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano (Alvares *et al.*, 2014). A Floresta Ombrófila Mista é a tipologia florestal predominante, tendo a *Araucaria angustifolia* como espécie mais abundante (Ibge, 2012).

2.2 Elaboração dos mapas temáticos

Para análise e mapeamento da cobertura florestal da área de estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), obtidas por meio da página eletrônica da USGS (*United States Geological Survey*), datadas em 24 de julho de 2013 e 29 de julho de 2017, órbita-ponto 221/79. O processamento digital foi realizado no software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) versão 5.2.7.; o mesmo compreendeu a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor observação das feições de interesse (Novo, 1998).

A análise das composições das imagens permitiu identificar as formas de uso e cobertura da terra no município de Painei, sendo que a prioridade foi identificar as áreas com cobertura florestal, sendo importante ressaltar que houve um reconhecimento a campo de alguns pontos compostos por floresta nativa, facilitando assim a identificação de classes, a partir disso, essas áreas foram divididas em duas classes temáticas: floresta nativa e floresta plantada; os demais usos foram agrupados em uma única classe denominada outros usos.

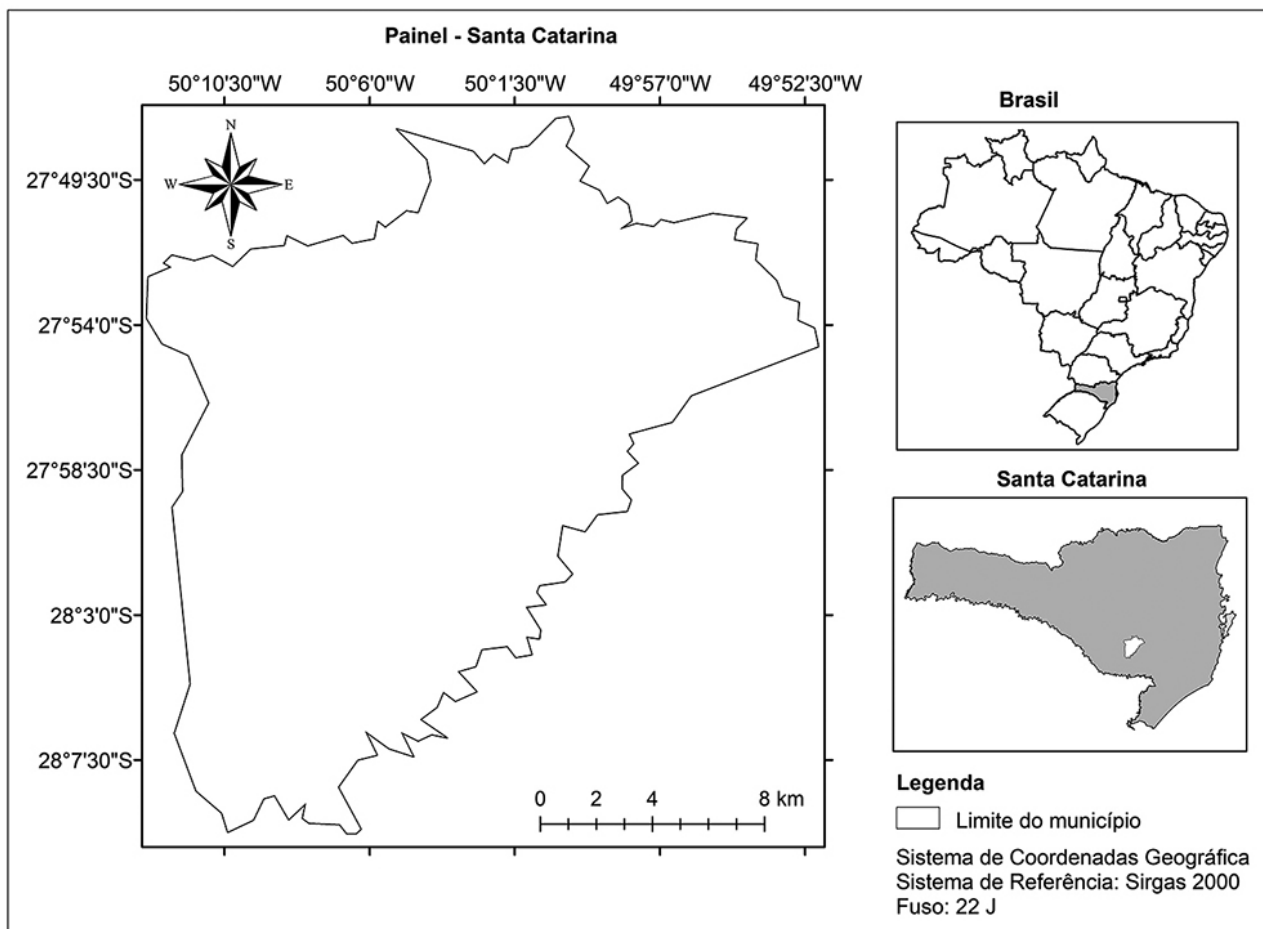


Figura 1 Localização do município de Painei, Santa Catarina – SC.

Posteriormente foi realizada a classificação da imagem com base no método de classificação supervisionada por pixels, empregando o classificador de Máxima Verossimilhança (MaxVer), em que amostras previamente selecionadas são utilizadas para o treinamento do classificador. Esse classificador segundo Meneses & Sano (2012) “considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos”. Após a aquisição das amostras de treinamento, os resultados foram avaliados por meio do índice Kappa, e pela acurácia do usuário e do produtor. O índice Kappa é um método estatístico no qual permite analisar de forma comparativa os resultados das análises dos mapas obtidos por meio do Sensoriamento Remoto, dentro de certo limite (Landis & Koch, 1977).

Quanto a verificação da acurácia está foi considerada a matriz de erros da classificação digital, que segundo Congalton (1991), é definida pelo agrupamento de valores

formados por linhas e colunas, ou seja, são os números de unidades de cada classe amostrada. Para Moreira (2001), o índice Kappa é o método mais indicado e conhecido para aferição das classificações, deste modo, a avaliação de cada classe temática, foi realizada calculando-se o Kappa condicional para linha (usuário) e coluna (produtor), sendo o seu valor calculado pela Equação 1:

$$K = \frac{X \sum^r x_{ii} - \sum^r X_i + X_+}{X^2 - \sum^r X_i + X_+} \quad (1)$$

Em que: **K** = coeficiente Kappa; **X** = quantidade total de pontos amostrais; **r** = número de linhas da matriz de erro; **x_{ii}** = valor na linha i e coluna i; **x_{i+}** = soma da linha i; **x_{+i}** = soma da coluna i.

O nível de exatidão da validação da qualidade da classificação digital pela análise do índice Kappa, foi classificado de acordo com Landis e Koch (1977) (Tabela 1).

Índice Kappa	Concordância
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito Boa
0,81 a 1,00	Excelente

Tabela 1 Valores de referência para o índice Kappa (Landis & Koch, 1977).

3 Resultados e Discussão

Os índices de Kappa foram calculados com base na matriz de confusão gerado pelo software SPRING. Foram encontrados para os anos de 2013 e 2017 o índice Kappa de: $K=0,96$ (96%) e $K=0,95$ (95%) respectivamente. Esses resultados de acordo Landis e Koch (1977) mostraram-se excelentes, validando as análises dos dados gerados. A acurácia do produtor e do usuário para a classe floresta nativa no ano de 2013 foi de 98,47% e 98,69%; para a floresta plantada 99,86% e 98,09% e para a classe outros usos 97,87% e 100 %, respectivamente. No que se refere a acurácia nos dados que correspondem ao ano de 2017, obteve-se para a classe floresta nativa 98,91% e 99,03%; floresta plantada 99,51% e 98,08% e para a classe outros usos 98,72% e 100%.

Por meio da classificação digital foi possível analisar e quantificar as classes floresta nativa, floresta plantada e outros usos (Tabela 2). Dessa forma, foi possível observar um ganho significativo em área na classe floresta plantada no ano de 2017 quando comparado com o ano de 2013; fato esse que está relacionado com as empresas florestais que se instalaram na região do Planalto Sul de Santa Catarina, que por sua vez, tem relação com a tentativa do governo do estado, a partir de 2001, de induzir a substituição de atividades da agricultura familiar, agindo por meio de incentivos aos plantios florestais e com a criação de associações de agricultores para o processamento de produtos, destinando recursos para a antecipação da renda futura do empreendimento. Nesse sentido, o Programa

Florestal Catarinense foi criado pelo então governo estadual para incentivar os plantios florestais, esse programa é composto por quatro projetos sendo eles: Projeto Florestal de Geração de Trabalho e Renda, Projeto Catarinense de Desenvolvimento Florestal, Projeto Florestal de Integração Produtor Rural e Indústria e Projeto de Geração e de Difusão de Tecnologia. Todos esses visam beneficiar pequenos agricultores, disponibilizando um valor mensal conforme a área onde ocorre o plantio florestal, além de beneficiar também agricultores da região de interesse das indústrias florestais, bem como disponibilizar assistência técnica.

Observou-se ainda que houve a redução nas áreas com floresta nativa e um pequeno aumento na classe outros usos. A ausência de técnicas sustentáveis com a intenção de barrar o processo de fragmentação das áreas com floresta nativa, pode explicar a referida redução, pois, sem essas ações, a regeneração natural das espécies não é favorecida, além disso, existe a supressão ilegal da floresta para a implementação de agricultura e pastagem.

A composição do uso e cobertura da terra no município de Painei, SC, no período considerado, pode ser visualizada nos mapas gerados (Figuras 2 e 3).

É visualmente perceptível que, tanto no ano de 2013 quanto 2017 a floresta nativa destacou-se na região norte e nordeste do município de Painei; enquanto que a floresta plantada encontra-se principalmente com povoamentos no centro em 2013 e na região sudeste e noroeste em 2017. A predominância de áreas com floresta nativa no norte e nordeste do município se deve às elevadas altitudes desses locais, assim como, a presença de morros e

Ano 2013			
Floresta Plantada	Floresta Nativa	Outros Usos	Total
35,75	285,28	421,15	742,1
Ano 2017			
85,68	231,36	425,14	742,1
Variação em tamanho de área (2013-2017)			
-49,93	53,92	-3,64	-

Tabela 2 Quantificação das áreas (km²) compostas pelas classes temáticas no período de 2013 a 2017, Painei – SC.

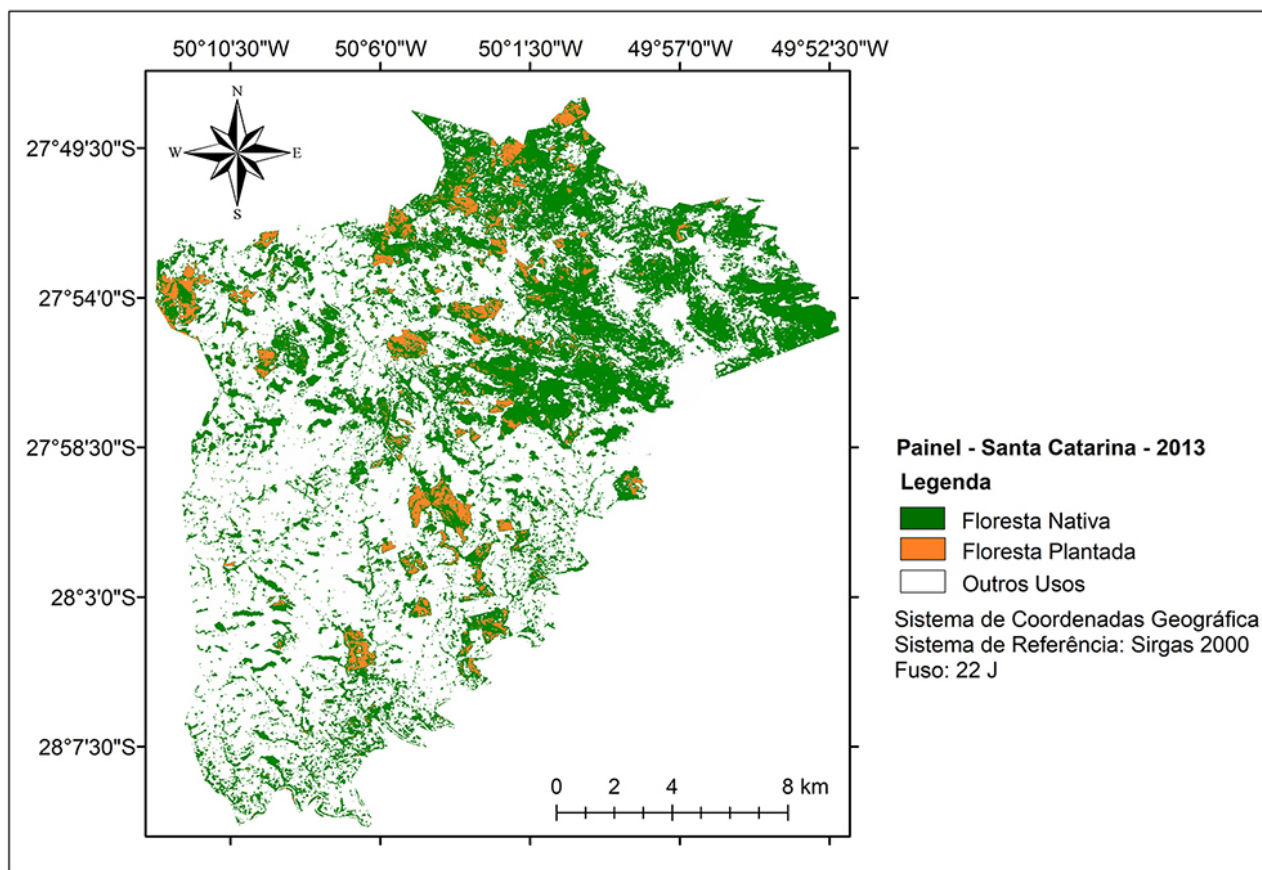


Figura 2 Cobertura florestal, datada em 24/07/2013 no município de Painei – SC.

afloramentos rochosos consolidando-se, em parte, áreas de preservação o que inviabiliza o desenvolvimento de áreas de agricultura pecuária e silvicultura. Já os terrenos das demais regiões apresentam-se mais favoráveis a essas atividades, propiciando a presença de áreas de silvicultura. Em 2013 as áreas com floresta nativa representavam 38,44% do território do município de Painei. Nesse período a *Araucaria angustifolia* já compunha a lista de espécies ameaçadas de extinção da IUCN e também a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do Ibama com o status “em perigo de extinção” (EN), portanto, essas áreas já encontravam-se sob proteção da legislação ambiental vigente que impede, entre outras restrições, o corte da araucária. No entanto, quando se observa os dados após o período considerado, ou seja, no ano de 2017, a classe floresta nativa totalizou 31,18%; ocorrendo a redução dessas áreas, permitindo inferir que há uma certa deficiência no que tange à aplicabilidade da legislação existente, no sentido de fiscalizar principalmente a supressão nas áreas onde encontram-se a Floresta com Araucária. Outro fato a ser considerado é que a espécie *Araucaria angustifolia* está sucumbindo, pois, de acordo com Maciel *et al.* (2003),

os processos de dinâmica de sucessão natural das florestas são dependentes da formação de clareiras dentro do maciço florestal, seja por morte ou queda natural de árvores.

Porém, nesses sítios estão presentes árvores centenárias com o crescimento próximo a estagnação, como também observa-se árvores mais jovens que deveriam estar em pleno desenvolvimento e que no entanto, encontram-se com um incremento mínimo, devido, em parte, à concorrência imposta pelo ambiente afetando assim a dimensão dessas árvores, além disso, a regeneração natural nessas áreas é mínima, que de certa forma contribui para a diminuição dos fragmentos, todos esses fatos são apresentados e elucidados nos trabalhos de Hess *et al.* (2016); Minatti *et al.* (2016); Costa *et al.* (2017). Assim, pode-se inferir sobre a existência de um impedimento na continuidade e avanço da floresta, o que, segundo Maciel *et al.* (2003), poderia ser proporcionado com a adoção de um sistema de manejo sustentável com a pretensão de desenvolver e garantir a perpetuidade das florestas, considerando o processo de dinâmica de sucessão natural em clareiras.

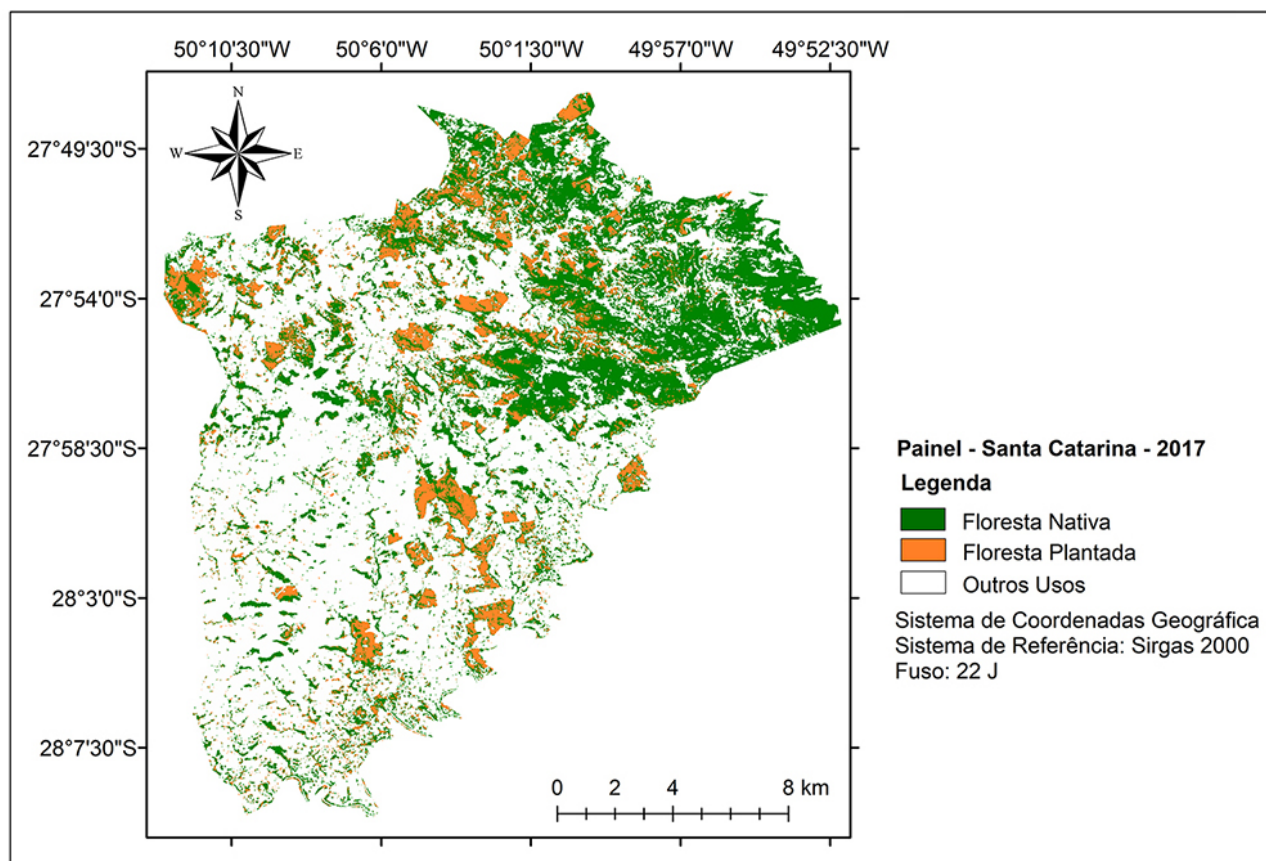


Figura 3 Cobertura florestal, datada em 29/07/2017 no município de Painei - SC.

Já as áreas com floresta plantada em 2013 totalizaram 4,81% do território, portanto no início do período o município possuía 321,03 km² de área florestal (nativas e plantadas). Em 2017, a classe floresta plantada representa 11,55% da área, perfazendo 317,04 km² de cobertura florestal (espécies nativas e plantadas). É notório o aumento em área florestada, relacionada com o potencial para o desenvolvimento de atividades no ramo da silvicultura nesta região de Santa Catarina, e a diminuição da classe floresta nativa. Com isso, na primeira década do século XXI houve um aumento expressivo do plantio da espécie *Pinus* sp. em pequenas e médias propriedades, isso se deve ao fato de existir a partir daí uma crescente valorização da madeira das espécies exóticas, o que tem levado os produtores a reavaliar seus conceitos sobre a atividade florestal. Cabe ainda destacar que estabilização e a globalização da economia, colaborou para que os produtores e as empresas do setor aproveitassem as oportunidades do mercado de produtos florestais (Mendes, 2005)

Corroborando com o exposto, uma vez que os municípios da região do Planalto Sul de Santa Catarina possuem limitações para as atividades agrícolas e pecuária,

além das restrições para o aproveitamento sustentável dos recursos oriundos da FOM, segundo dados da Bracelpa (2011), a introdução de espécies exóticas na paisagem e no ecossistema da região, é a opção mais viável para suprir a demanda pelos recursos madeireiros. A variação nas áreas denominadas outros usos, foi baixa, perfazendo um acréscimo de 4,1 km², podendo essa área estar relacionada com novos usos da terra, como a implantação de lavouras e até mesmo o avanço da área urbana.

4 Conclusões

A partir dos dados obtidos foi possível constatar que em 2013 as áreas com floresta nativa (áreas com a formação da FOM) representaram 38,44%, e em 2017 passaram para 31,18%; tendo uma perda de 7,26%. Referente a floresta plantada no ano de 2017 houve um aumento de 6,74% em relação a 2013. Quanto a classe outros usos não houve aumento expressivos nos períodos analisados (0,53% em 2017). As técnicas do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na classificação das imagens demonstraram ser eficiente possibilitando dimensionar as

áreas compostas por floresta nativa, floresta plantada e outros usos, podendo ser úteis para apoiar o monitoramento das áreas com a presença da *Araucaria angustifolia*.

Por fim, tais resultados podem ser corroborados por trabalhos de campo, para uma melhor investigação *in loco* principalmente no que tange as áreas de supressão da floresta nativa.

5 Referências

- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2014. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Bracelpa. Associação Brasileira de Celulose e Papel. 2011. Dados do Setor. BRACELPA, São Paulo: 28p.
- Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 49(12): 1671-1678.
- Costa, A.E.; Hess, A. & Finger, G.A.C. 2017. Estructura y crecimiento de los bosques de *Araucaria angustifolia* en el sur de Brasil. *Bosque*, 38(2): 229-236.
- Hess, A.; Loiola, T.M.; Souza, A.I. & Nascimento, B. 2016. Morfometria de la copa de *Araucaria angustifolia* em sítios naturales en el sur de Brasil. *Bosque*, 37(3): 603-611.
- Higuchi, P.; Silva, A.C.; Júnior, B.F.; Negrini, M.; Ferreira, T.S.; Souza, S.T.; Santos, K.F. & Vefago, M.B. 2015. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. *Scientia Forestalis*, 43(106): 251-259.
- Hoff, D.N. & Simioni, F.J. 2004. *O setor de base florestal na Serra Catarinense – Lages*. Lages (SC): Ed. UNIPLAC, 268p.
- Ibama. 2018. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/51-especies-ameacadas-de-extincao>>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.
- Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE. 275p. (Manuais Técnicos em Geociências 1).
- IUCN. 1996. The world Conservation Union. IUCN *Red List of Threatened Animals*. Gland,
- Landis, J. & Koch, G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33: 159-174.
- Longley, P.A.; Goodchild, M.F.; Maguire, D.J. & Rhind, D.W. 2013. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. 3ª Ed. Bookman Editora. Porto Alegre. 540p.
- Maciel, M.N.M.; Watzlawick, L.F.; Schoeninger, E.R. & Yamaji, F.M. 2003. Classificação ecológica das espécies arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, 1(2): 69-78.
- Mendes, R.H. 2005. *Caracterização do perfil dos proprietários rurais da região do Planalto Serrano Catarinense*. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado, 163p.
- Meneses, P. & Sano, E.E. 2012. *Classificação pixel a pixel de imagens*. In: MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. (Org.). Introdução do processamento de imagens de sensoriamento remoto. 1. ed. Brasília, DF, p. 191-208.
- Minatti, M.; Hess, A.; Ricken, P. Loiola, M.T. & Souza, I. 2016. Shape and size relationships of *Araucaria angustifolia* in South Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 11(41): 4121-4127.
- Moreira, M.A. 2001. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 250 p.
- Novo, E.M.L.M. 1998. *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, p 308.
- Vaeza, R.F.; Filho, P.C.O.; Maia, A.G. & Disperati, A.A. 2010. Uso e ocupação do solo em Bacia Hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Floresta e Ambiente*, 17 (1): 23-29.