

USO DE IMAGENS SENTINEL SAR E ÓPTICAS PARA A CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS DE PLANTIO DE EUCALIPTO NO HORTO FLORESTAL BARBA NEGRA, RS

MAURÍCIO P. STANGARLIN¹; MANOEL DE A. SOUSA JÚNIOR²; LÚCIO DE P. AMARAL³; SILVIA M. DE JULI MORAIS KURTZ⁴; BETINA CAMARGO⁵

1. Engenheiro Florestal, Mestrando na Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria-RS. E-mail: mauriciostangarlin@hotmail.com
2. Engenheiro de Minas, Dr., professor na Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria-RS
3. Engenheiro Florestal, Dr., professor na Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria-RS
4. Engenheira Florestal, Dra., professora na Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria-RS
5. Engenheira Florestal, Doutoranda na Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria-RS

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O gênero *Eucalyptus* é uma das principais culturas utilizadas pelas indústrias do setor florestal e representa significativa importância para a economia nacional. Por isso busca-se aprimorar a utilização das imagens obtidas por satélite no seu monitoramento. Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de classificar a cobertura de floresta plantada do gênero *Eucalyptus* em um horto florestal pertencente à empresa CMPC, utilizando imagens de radar de abertura sintética (SAR) e óptico, com os satélites Sentinel 1 e Sentinel 2, para os anos de 2015 e 2019. As imagens foram obtidas no site *Sentinels Scientific Data Hub*, posteriormente foi realizado o processamento das imagens SAR e conseqüentemente realizado a classificação digital das imagens SAR e óptico. Os resultados foram obtidos no *software SNAP*, utilizando o classificador *Random Forest*. Os valores da quantificação de floresta para as imagens SAR e óptica de 2015 e 2019, ficaram muito próximos da real área de floresta plantada, não variando mais que 4% ±. Conclui-se que os resultados foram precisos para essa classificação, porém são necessários mais estudos para determinar quais os melhores parâmetros do classificador *Random Forest* e para dominar a potencialidade do *software SNAP*.

PALAVRAS-CHAVE: Classificação digital; Sensoriamento remoto; SAR imagens.

USE OF SENTINEL SAR AND OPTICAL IMAGES FOR THE CLASSIFICATION OF EUCALYPTUS PLANTING AREAS IN HORTO FLORESTAL BARBA NEGRA, RS

ABSTRACT: The Eucalyptus genus is one of the main crops and represented of significant importance for the national economy. Therefore, it seeks to improve the use of satellite images in your monitoring. In this context, the present work aims to classify a planted forest cover of the genus *Eucalyptus* in a forest garden belonging to a CMPC company, using SAR synthetic aperture radar (SAR) and optical images, with Sentinel 1 and Sentinel 2 satellites, for the years 015 and consequently the processing of digital images carried out SAR and consequently the carried out a classification SAR and optical SAR and optical. Results were obtained in SNAP software using Random Forest. The values of forest quantification for the SAR and optical images of 2015 and 2019 came close to the real area of planted forest, not varying more than 4%±. It is concluded that the results were accurate for this classification,

there are numerous studies to determine which are the best parameters than Random Forest and to master the potential of the SNAP software.

Keywords: Remote Sensing; Digital classification; SAR images.

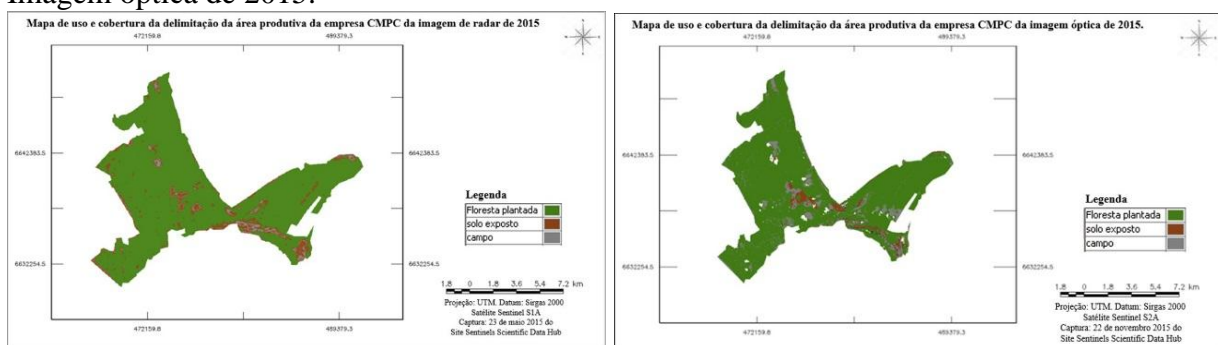
INTRODUÇÃO: Diante da importância das plantações de *Eucalyptus sp.*, busca-se aprimorar a utilização das imagens obtidas por satélites com sensores, para que se possa gerenciar aspectos operacionais como uniformidade do plantio, taxa de sobrevivência, quantificação da área ocupada, entre outros. A utilização do sensoriamento remoto para classificar e monitorar florestas, exóticas e nativas, tem fundamental importância na atualidade, pois com os sensores de radar com abertura sintética (SAR) e sensores ópticos orbitais é possível imagear grandes áreas, e obter resultados mais rápidos e com boa precisão (MOREIRA, 2011). Atualmente, o sensor mais utilizado para as operações florestais é o óptico. No entanto, vemos um uso crescente de imagens SAR devido a disponibilização gratuita de imagens e *softwares* para processamento dos dados. Além disso, os sensores ópticos, não conseguem atuar 24 horas por dia e suas imagens podem apresentar problemas decorrentes das condições climáticas, por exemplo, nuvens, o que dificulta o monitoramento contínuo (NOVO, 2010). Em contrapartida os sensores SAR, podem gerar imagens a qualquer hora e por terem sua própria fonte de energia, podem imagear em qualquer condição climática (FIGUEIREDO, 2005). Na classificação supervisionada, tem se utilizado a ferramenta de classificação *Random Forest*. O *Random Forest* é um algoritmo de aprendizagem supervisionada, que cria uma combinação de árvores de decisão e as combina para obter uma predição com maior acurácia e mais estável. O objetivo deste estudo foi comparar a utilização de imagens de sensores SAR com imagens de sensores ópticos para classificar a cobertura de floresta plantada do gênero *Eucalyptus*, para os anos de 2015 e 2019, na área do Horto Florestal Barba Negra da empresa florestal CMPC Celulose Riograndense.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo foi o horto florestal Barba Negra, localizado no município de Barra do Ribeiro no Rio Grande do Sul. O horto possui 10,6 mil hectares, sendo 6488,09 ha de floresta plantada, 1,7 ha de floresta nativa, e aproximadamente 2,4 mil ha são destinados a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), constituída de floresta nativa (NUNES, 2016). O *download* dos arquivos de imagens foi feito através do *site Sentinels Scientific Data Hub* (<https://scihub.copernicus.eu/>) que fornece acesso completo, gratuito e aberto a todos os produtos da constelação de satélites Sentinel. Foram utilizadas duas imagens de radar Sentinel-1B, datas de 23 de maio de 2015 e 26 de abril de 2019 e duas imagens do sensor óptico Sentinel-2A, datas de 22 de novembro de 2015 e 10 de abril de 2019. Não foi possível conseguir uma imagem para o sensor óptico no mês de maio para o ano de 2015, devido as imagens apresentarem nuvens, 5% nos quadrantes 3 e 4. Foram utilizadas as imagens de Sentinel-1 com a polarização VH, denominado de polarização cruzada e a polarização VV, sendo dominada de plano-polarizada. As bandas espectrais processadas no sensor óptico Sentinel-2 foram as B2 (azul), B3 (verde), B4 (vermelho), no espectro visível e B8 (infravermelho próximo). Tanto as imagens SAR e as imagens ópticas tem resolução espacial de 10 metros. O processamento de imagens foi feito com algoritmos especializados. Todo o processamento de imagens foi realizado no *software* gratuito de processamento de imagens SNAP 6.0 (*Sentinel Application Platform*), desenvolvido pela ESA (Agência Espacial Europeia). O SNAP incorpora muitas funções e rotinas de processamento digital de imagens, e trabalha com imagens da maioria dos satélites: *Landsat*, *Alos Palsar*, *Rapid Eye*, *Spot*, *World View*, entre outros. Os mapas foram gerados no programa SPRING 5.2.2 (*Software* de processamento de imagens e informações geográficas), já que o SNAP não tem essa finalidade. Para as imagens ópticas não foi necessário fazer nem uma operação de processamento para melhorar a imagem, devido as imagens ópticas já apresentarem boa qualidade para a classificação. Para as imagens SAR foram utilizadas os seguintes

processamentos: Processo *Multilook*; Processo de Calibração; Processo de Filtragem; Processo Correção Geométrica e Processo de Classificação. No processo de classificação, foi utilizado a ferramenta de classificação *Random Forest*. Foram coletadas amostras de regiões homogêneas para as classes temáticas para o SAR e óptico de floresta plantada (gênero *Eucalyptus*), solo exposto e campo, que foi realizado pela interpretação das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados obtidos na classificação das imagens Sentinel-1B, 23 de maio de 2015, apresentaram 1,94% a mais de área florestada (figura 1a) e Sentinel-2A, 22 de outubro de 2015, apresenta redução de 1,15% a menos da área identificada como floresta (figura 1b). A imagem Sentinel-2 por ter partes com nuvens, dificultou a coleta das amostras para gerar a classificação. No quadro 1 estão os resultados da classificação referentes às imagens de 2015.

Figura1: Uso e cobertura do Horto Florestal Barba Negra: (a) Imagem Radar de 2015; (b) Imagem óptica de 2015.

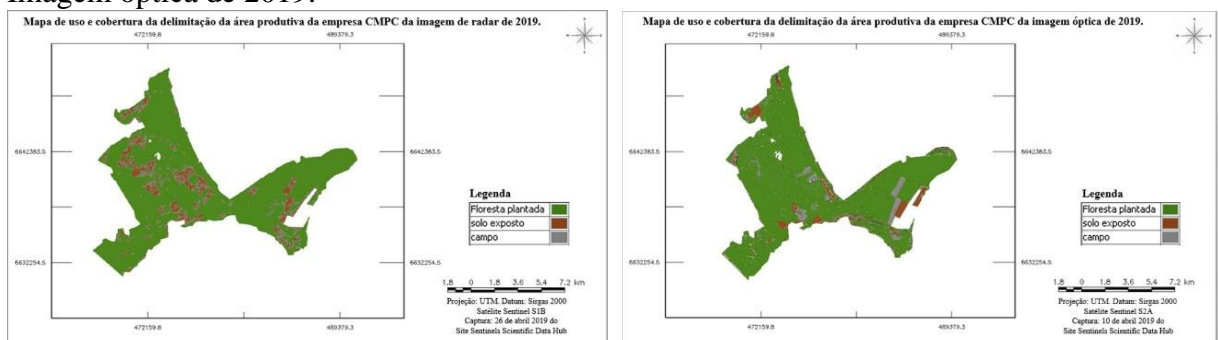


Quadro 1. Áreas obtidas pela classificação digital das imagens de SAR e óptico de 2015 de área plantada da empresa CMPC

Classes	Radar VH 2015 (ha)	%	Óptico 2015 (ha)	%	CMPC (ha)
Floresta plantada	6614,04	99,00	6413,62	96,00	6488,09
Solo exposto	53,45	0,80	200,43	3,00	192,76
Campo	13,36	0,20	66,80	1,00	-
Total	6680,85	100,00	6680,85	100,00	6680,85

A classificação digital para as imagens Sentinel-1B, 26 de abril de 2019, apresentou acerto de 96,24% na área de floresta (figura 2a) e a imagem do sensor óptico com o satélite Sentinel-2A, 10 de abril de 2019, apresentou um valor superestimado de 1,12% para a área de floresta plantada (figura 2B). No quadro 2 estão os resultados da classificação referente às imagens de 2019.

Figura2: Uso e cobertura do Horto Florestal Barba Negra: (a) Imagem Radar de 2019; (b) Imagem óptica de 2019.



Quadro 2. Áreas obtidas pela classificação digital das imagens de SAR e óptico de 2019 de área plantada da empresa CMPC.

Classes	Radar VH 2019 (ha)	%	Óptico 2019 (ha)	%	CMPC (ha)
Floresta plantada	6079,57	91,00	6310,06	94,00	6317,00
Solo exposto	534,47	8,00	270,57	4,50	363,85
Campo	66,81	1,00	100,21	1,50	-
Total	6680,85	100,00	6680,85	100,00	6680,85

Os resultados da classificação das imagens SAR e das imagens ópticas, produziram valores muito próximos dos valores verdadeiros, não variando mais que 4% (para mais ou para menos). Embora o radar apresente maior complexidade de processamento, ele possui a vantagem de representar a estrutura dos alvos e não apresentar imagens com nuvens, logo pode ser usado em qualquer época do ano; a presença de nuvens na imagem óptica de 2015 pode ter deixado o resultado da classificação abaixo do esperado, e ocasionando dificuldade na coleta das amostras. Pelo fato de os resultados das imagens SAR estarem muito próximos dos obtidos com as imagens ópticas, mostra que ambas as imagens podem ser usadas para identificação de área florestadas, e que são complementares na obtenção de resultados que venham a propiciar um melhor gerenciamento dessas áreas. As imagens SAR por serem geradas por sensores ativos, não dependem de condições climáticas e podem ser usadas para os monitoramentos sistemático e contínuo de áreas. Caso às imagens de sensores ópticos apresentem nuvens, o monitoramento pode ser feito com imagens SAR. Isso foi constatado no trabalho, pois não se conseguiu imagem de maio de 2015, sendo encontrado uma imagem com condições de ser classificada somente em novembro de 2015, mas que também apresentou nuvem.

CONCLUSÃO: As imagens Sentinel-1B e Sentinel-2A usadas para o mapeamento de áreas de floresta do gênero *Eucalyptus sp*, nas datas de 2015 e 2019, apresentaram resultados precisos gerados pelo uso do classificador *Random Forest*, possuem grande potencial para uso em monitoramento sistemático. O uso do *software* SNAP e da ferramenta de classificação *Random Forest* mostraram bom desempenho e ótimos resultados, tanto para as imagens SAR e ópticas. Recomenda-se mais estudos para melhorar o desempenho do classificador, para dominar todo o potencial do *software* SNAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento, 2005.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4. ed., Viçosa: Editora da UFV, 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. [S.L.]: Editora Blucher, 2010. 35, 59.

NUNES, L. Reserva Particular do Patrimônio Natural, CMPC – Celulose Riograndense. **REVISTA BARBA NEGRA**, Guaíba, 2016. Disponível em: <https://CMPCBrasil.com.br/uploads/pdf/reservabarbanegra.pdf>. Acesso em: 29 abr., 2022.