



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



MAPEAMENTO DOS POVOAMENTOS FLORESTAIS DE SANTA CATARINA

Marcos Benedito Schimalski

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Ciências Agroveterinárias - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
E-mail: marcos.schimalski@udesc.br

TIAGO MIOTO

Secretaria do Estado da Agricultura

Gerência de Desenvolvimento Florestal e Ambiental
E-mail: tiago@agricultura.sc.gov.br

MARCHANTE O. ASSURA AMBRÓSIO

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Centro de Ciências Agroveterinárias - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
E-mail: marchanteolimpioassura@gmail.com

VERALDO LIESENBERG

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Centro de Ciências Agroveterinárias - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
E-mail: veraldo.liesenberg@udesc.br

Resumo: Esse relato descreve as atividades relacionadas à classificação das áreas com povoamentos florestais no estado de Santa Catarina, Brasil. Essa iniciativa é uma colaboração entre a Secretaria de Estado da Agricultura, Pesca e Desenvolvimento Rural e a Universidade do Estado de Santa Catarina. O objetivo principal foi automatizar a classificação da cobertura da terra, concentrando-se especificamente em áreas ocupadas por pinus e eucaliptos. O processamento das imagens orbitais englobou a fusão de imagens dos satélites CBERS 4A e Sentinel 2, segmentação, amostragem e posterior classificação supervisionada do uso da terra em categorias como pinus, eucalipto, áreas de corte raso, agricultura, floresta natural, solo exposto e corpos d'água. Os resultados da classificação indicam que: as florestas de pinus cobrem 648.256,325 hectares (63,59%), as florestas de eucalipto cobrem 276.450,300 hectares (27,12%) e as áreas de corte raso representam 94.781,253 hectares (9,30%).

Área de intervenção: Planejamento e gestão, Política agrícola, Planejamento urbano/rural, Fomento Florestal.



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



1. INTRODUÇÃO

O setor florestal de Santa Catarina desempenha um papel crucial na economia do estado, destacando-se como um dos principais pilares de desenvolvimento econômico e sustentável. Com vastas áreas cobertas por florestas plantadas, principalmente de pinus e eucalipto, o estado se posiciona como um dos maiores produtores de madeira do Brasil. Essa produção é fundamental não apenas para a indústria madeireira, mas também para setores como papel e celulose, móveis, construção civil e energia, gerando emprego e renda para milhares de famílias catarinenses (Silva et al., 2019).

Além da contribuição econômica direta, o setor florestal catarinense desempenha um papel importante na preservação ambiental, promovendo práticas de manejo sustentável e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. As florestas plantadas funcionam como grandes sumidouros de carbono, ajudando a reduzir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera (Silva et al., 2019).

No entanto, para que o setor florestal possa continuar a crescer e se desenvolver de maneira sustentável, é essencial contar com bases cartográficas atualizadas dos povoamentos florestais. Essas informações são fundamentais para o planejamento e a gestão eficiente dos recursos florestais, permitindo a identificação precisa das áreas de plantio, o monitoramento do crescimento das florestas e a avaliação dos impactos ambientais.

Bases cartográficas precisas e atualizadas possibilitam a tomada de decisões informadas, melhorando a produtividade e a sustentabilidade das operações florestais. Elas também são essenciais para a conformidade com as legislações ambientais e para a obtenção de certificações de manejo florestal, que são cada vez mais exigidas pelos mercados consumidores. Portanto, investir na atualização e no



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



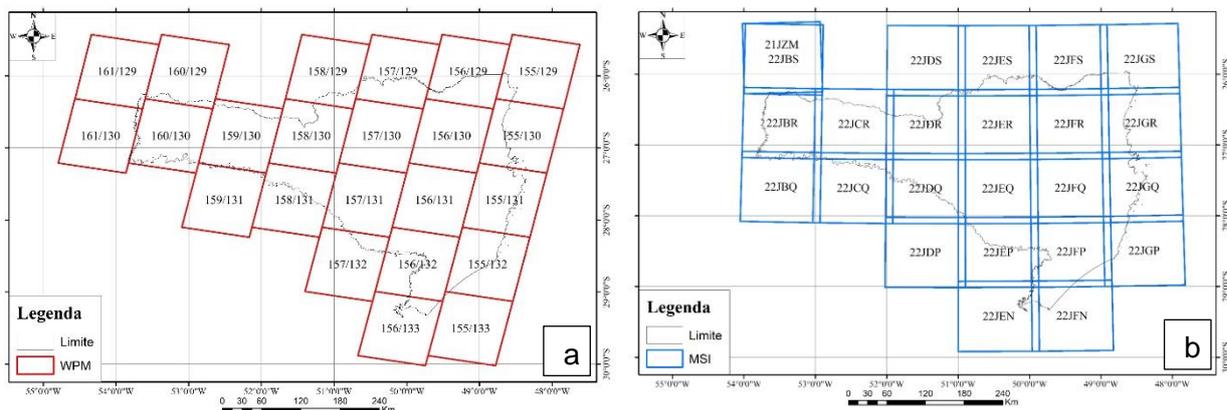
aprimoramento das bases cartográficas dos povoadamentos florestais é um passo fundamental para assegurar o futuro do setor florestal catarinense e, conseqüentemente, para o desenvolvimento econômico e ambiental do estado (Kraxner, 2017).

2. CORPO DO TRABALHO

2.1. Descrição e Localização da área de estudo

A área de estudo compreende o Estado de Santa Catarina com uma área total 95.730,684 km². O limite do Estado foi obtido repositório da malha digital brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Figura 1a apresenta o limites estadual e as imagens do satélite CBERS 4A e a Figura 1b as imagens do satélite Sentinel 2.

Figura 1 – Área de estudo com imagens orbitais empregadas



A metodologia de trabalho englobou:

- Download das imagens mais recentes nos repositórios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e no Copernicus. Foram selecionadas as imagens mais recentes (ano de 2023) e sem a presença de nuvens.



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



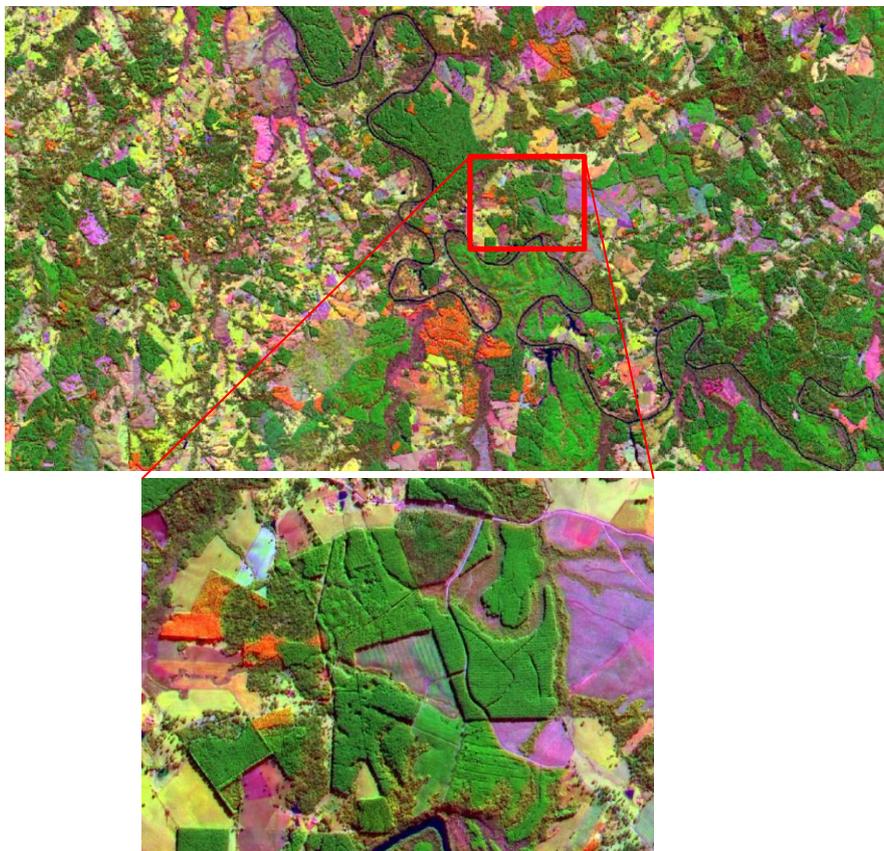
Apoio



- Criaram-se composições espectrais para as imagens do satélite Sentinel 2. Selecionaram-se as bandas 2,3,4,8 e 12. A resolução espacial resultante de 10 metros.

- Como o projeto prevê a criação do mapeamento dos povoamentos florestais comerciais com a melhor resolução espacial disponível optou-se um processamento adicional fusionando-se a imagem pancromática do sensor WPM do satélite CBERS 4A com resolução espacial de 2 metros. Para isso optou-se pela fusão empregando o método *Nearest Neighbor Diffusion Based Pan Sharpening Algorithm for Spectral Images* (Sun et al., 2014) e com cálculo de pesos baseado na análise do vizinho mais próximo. Ao final desse processo foram criados arquivos multiespectrais com resolução espacial de 2 metros e cinco bandas espectrais (Blue, Green, Red, Infrared e Swir 2). A Figura a apresenta um recorte da cena fusionada com a apresentação em detalhe de uma área com povoamento de pinus.

Figura 2 – Recorte da Imagem Fusionada





1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



Para garantir uma melhor precisão nos resultados da classificação optou-se por empregar a técnica de segmentação de imagens digitais. A segmentação de imagens consiste num processo de agrupamento de pixels que possuem características semelhantes. De acordo com Gao (2009), trata-se da decomposição de uma imagem em regiões discretas, contíguas e que não se interceptam, constituindo, semanticamente, segmentos significativos.

Para a segmentação das imagens optou-se pelo algoritmo *mean shift*. A técnica usa uma janela móvel que calcula um valor médio de pixel para determinar quais pixels devem ser incluídos em cada segmento. À medida que a janela se move sobre a imagem, essa recalcula iterativamente o valor para garantir que cada segmento seja adequado. O resultado é um agrupamento de pixels de imagem em um segmento caracterizado por uma cor média.

Um sistema de classificação adequado e um número suficiente de amostras de treinamento são pré-requisitos para uma classificação bem-sucedida. Três grandes problemas quando dados de resolução espacial média/alta são usados para classificações de vegetação: 1) definição de níveis hierárquicos adequados para mapeamento, 2) definição de unidades discretas de cobertura do solo discerníveis por dados de Sensoriamento Remoto selecionados e 3) seleção de locais de treinamento representativos. Em geral, um sistema de classificação é projetado com base na necessidade do usuário, resolução espacial de dados selecionados de Sensoriamento Remoto, compatibilidade com trabalhos anteriores, processamento de imagens e algoritmos de classificação disponíveis e restrições de tempo. Tal sistema deve ser informativo, exaustivo e separável (Jensen, 2008). As principais classes temáticas dizem respeito aos povoamentos comerciais de pinus e eucaliptos. Para melhorar a acurácia da classificação temática optou-se por distinguir as seguintes classes temáticas: pinus, eucaliptos, corte raso, agricultura, campo, floresta natural, solo exposto e água. Foram obtidas mediante fotointerpretação visual do recobrimento



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



aéreo estadual e do Google Earth Pro um total de aproximadamente 14.000 pontos amostrais para todas as classes.

Para a classificação da imagem segmentada optou-se por utilizar o algoritmo *Random Trees*. Esse é um algoritmo de aprendizado de máquina amplamente utilizado que foi desenvolvido por Leo Breiman e Adele Cutler, que combina a saída de múltiplas árvores de decisão para chegar a um único resultado. Sua facilidade de uso e flexibilidade impulsionaram sua adoção, pois lida com problemas de classificação e regressão. A popularidade do algoritmo decorre de sua natureza amigável e adaptabilidade, permitindo-lhe resolver problemas de classificação e regressão de forma eficaz. A força do algoritmo reside na sua capacidade de lidar com conjuntos de dados complexos e mitigar o overfitting, tornando-o uma ferramenta valiosa para várias tarefas preditivas em aprendizado de máquina. Uma das características mais importantes do algoritmo é que ele pode lidar com o conjunto de dados contendo variáveis contínuas, como no caso da regressão, e variáveis categóricas, como no caso da classificação (Boulesteix et al., 2012).

Finalmente, a partir das imagens classificadas foram convertidos os vetores correspondentes as áreas de pinus, eucaliptos e corte raso. A última parte do projeto em andamento compreende o refinamento manual dos polígonos obtidos e sua validação visual.

Todos os processamentos digitais foram implementados no aplicativo Arcmap 10.8 e com bibliotecas do Python.



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



3. RESULTADOS E BENEFÍCIOS

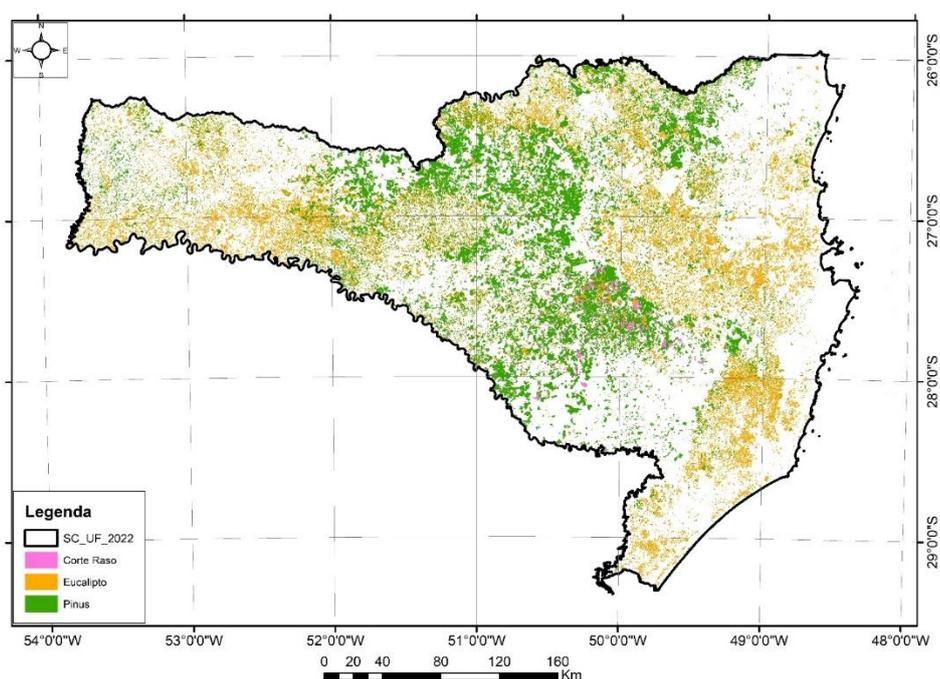
Os resultados preliminares obtidos até o momento são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes de Povoamento e Áreas

Nº. Polígonos	Classe	Área (ha)	Percentual
16.752	Corte raso	94.781,253	9,30%
88.784	Eucalipto	276.450,300	27,12%
96.782	Pinus	648.256,325	63,59%
Total		1.019.487,878	100,00%

A Figura 3 apresenta a distribuição dos vetores classificados para o Estado.

Figura 3 – Vetores dos povoamentos florestais





1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



4. CONCLUSÃO

A metodologia desenvolvida combinando imagens obtidas por duas plataforma orbitais possibilitaram a obtenção de resultados detalhados sobre os povoados florestais catarinenses. Os resultados fornecerão subsídios para a gestão e planejamento sustentável dos recursos florestais em Santa Catarina. A precisão das classificações e a robustez dos dados coletados ajudarão na tomada de decisões mais informadas sobre a disponibilidade e distribuição desses recursos florestais a nível estadual.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao suporte financeiro da Secretaria do Estado da Agricultura de Santa Catarina e do Fundo de Desenvolvimento Rural sem o qual esse projeto não seria possível.

REFERÊNCIAS

BOULESTEIX, A., JANITZA, S., KRUPPA, J., & KÖNIG, I. Overview of random forest methodology and practical guidance with emphasis on computational biology and bioinformatics. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 2, 2012.

GAO, J. Digital analysis of remotely sensed imagery. New York, NY, USA: McGraw-Hill Professional Publishing, 439 p., 2009.

JENSEN, J. R. Introduction to Digital Image Processing: A remote sensing perspective, 4º ed, Piscataway, NJ: Prentice Hall, 2008.

SUN, W., B. CHEN, AND D.W. MESSINGER. Nearest Neighbor Diffusion Based Pan Sharpening Algorithm for Spectral Images. Optical Engineering 53, no. 1, 2014.

KRAXNER, F., SCHEPASCHENKO, D., FUSS, S., LUNNAN, A., KINDERMANN, G., AOKI, K., DÜRAUER, M., SHVIDENKO, A., & SEE, L. Mapping



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



certified forests for sustainable management - A global tool for information improvement through participatory and collaborative mapping. Forest Policy and Economics, 83, 10-18, 2017.

SILVA, F., SIMIONI, F., & HOFF, D. Diagnosis of circular economy in the forest sector in southern Brazil.. The Science of the total environment, 706, 135973, 2019.