

**Faculdade de Tecnologia de Jacareí – FATEC Jacareí**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM  
GEOPROCESSAMENTO**

**RENAN AMBIEL, NILTON DAVI DA SILVA**

**USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GEOPROCESSAMENTO PARA  
ANÁLISE DE TIPOS DE TELHADOS EM JACAREÍ**

**Jacareí  
junho / 2024**

**RENAN AMBIEL, NILTON DAVI DA SILVA**

**USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE  
TELHADOS EM JACAREÍ**

Trabalho de Graduação apresentado como  
atividade de Conclusão de Curso para obtenção  
do Grau de Geoprocessamento, pela Faculdade  
de Tecnologia de Jacareí – FATEC Jacareí.

**Orientador: Prof. Dr. Vivian**

**Jacareí  
JUNHO - 2024**

Autor: **Renan Ambiel, Nilton**

Uso de inteligência artificial para classificação de telhados em Jacareí

**Orientador: Prof. Dr. Vivian**

Trabalho de Graduação apresentado como atividade de Conclusão de Curso para obtenção do Grau de Tecnólogo em Geoprocessamento, pela Faculdade de Tecnologia de Jacareí – FATEC Jacareí.

## RESUMO

**AMBIEL, R. Uso de inteligencia artificial para classificação de telhados em jacareí.**

Trabalho de Graduação apresentado como atividade de Conclusão de Curso para obtenção do Grau de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia de Jacareí – FATEC Jacareí.

Em tempos de mudanças climáticas ficamos cada vez mais fragilizados diante das forças da natureza, as tecnologias tomam um papel indispensável para nossa adaptação à esse cenário de imprevistos. No contexto habitacional, casas antigas estão mais vulneráveis a intempéries climáticas pois as estruturas de madeiras antigas muitas vezes já apodrecidas ficam mais suscetíveis ao risco de desabamento. Nesse trabalho vamos trabalhar em um algoritmo de inteligência artificial para identificar casas antigas baseado em diferentes tipos de telhados dentro da área urbana de Jacareí, o algoritmo é de classificação supervisionada usando a técnica chamada aprendizado de máquina. Os resultados obtidos mostram Jacareí como uma cidade com predominância de casas antigas, dentro de uma área urbanizada de x m<sup>2</sup> mais de x % corresponde a telhados antigos, onde os bairros x e y lideram os números de casas antigas.

**Palavras-chave:** I.A., Geoprocessamento; Risco de desabamento de telhados; Jacareí.

## **ABSTRACT**

**AMBIEL, R. Use of artificial intelligence for roof classification in Jacareí.** Graduate Work presented as activity Completion of course for obtaining Technologist Degree in Geoprocessing - Faculty of Technology Jacarei - FATEC Jacarei.

In times of climate change, we become increasingly vulnerable to nature's forces. Technology emerges as an indispensable tool for our adaptation. In the context of housing, older homes are particularly susceptible to weather extremes, and certain small details may indicate a high risk of roof collapse. In this study, a machine learning algorithm is utilized within geoprocessing to identify houses with old roofs within the urban area of Jacareí. The results show that 10% are old houses within a urbanized area of x square meters. The study underscores the need for the Jacareí municipality to alert and assist the population

**Keywords:** A.I., Geoprocessing, Risk of roof collapse, Jacareí.

## INTRODUÇÃO

O município de Jacareí é uma das cidades mais antigas de São Paulo iniciando por volta do séc 17, se situa na região do vale do Paraíba entre as regiões da serra do mar e da serra da Mantiqueira sua vegetação é de mata atlântica e seu clima é característico da região do vale do Paraíba com altos índices pluviométricos e alta umidade durante o ano todo.

O percentual de casas antigas na região é alto; nessas habitações, muitas já estão com sua estrutura de seu telhado comprometida ou prestes a comprometer isso ocorre pois, A natureza biológica da formação de um telhado submete-o a mecanismos de deterioração presentes na natureza (Zenid, 2011).

Segundo Raquel Alexandra Álvaro de Brito Barbas et al. (2015), os danos mais observados nas estruturas de madeira incluem danos de agentes bióticos, ação de agentes atmosféricos e ação de agentes químicos. Eles observam que "A primeira está relacionada com o ataque de fungos e insetos xilófagos, que podem deixar a madeira com um aspecto folheado, cheio de orifícios ou mesmo reduzi-la em pó. O ataque de agentes atmosféricos submete a madeira a ciclos de degradação, devido à constante alternância de umidificação e secagem com o agravamento de volume da própria madeira. O aumento do teor de água na madeira provoca a sua redução da resistência mecânica e o aumento da sua volumetria, bem como a suscetibilidade ao ataque dos agentes bióticos. Existem diversas consequências na madeira para cada causa, sendo a permanência de algumas destas consequências preponderantes para desencadear outros problemas e despoletar um processo gradativo e crescente de degradação."

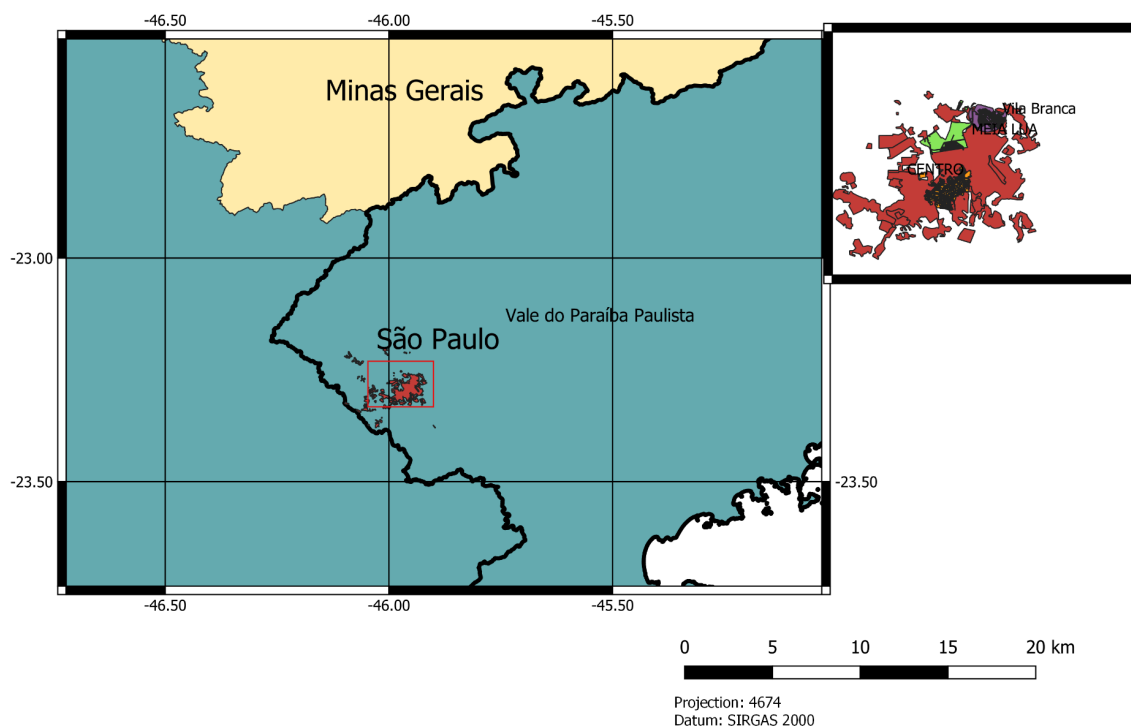
A computação em nuvem de grandes Big Datas estão inovando o mercado, as redes neurais ganham cada vez mais destaque, com seus algoritmos que imitam o sistema nervoso de um animal, trabalhando na identificação de padrões. Esse modelo computacional tem sido amplamente usado nas mais diversas áreas do conhecimento inclusive na do sensoriamento remoto. No artigo faremos o uso de uma ferramenta gratuita de computação em nuvem da Google, o Google Earth Engine (GEE), e utilizando o catálogo que a ferramenta oferece em seus documentos faremos um modelo de rede

neural para auxiliar no processamento dos dados espaciais. O trabalho pretende ser um teste a nível local, e caso se suceda pretendemos usar o modelo para a escala estadual.

O objetivo do estudo será analisar qual a proporção de casas antigas na região urbana de Jacareí para que a prefeitura possa utilizar esses dados para sua tomada de decisões no planejamento urbano habitacional de Jacareí. Será elaborado índices com relação à cada bairro da cidade e para que possa ser mais pontual e preciso nas intervenções estará disponível um mapa interativo das localizações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A area de estudo: Area Urbana de Jacareí, bairros analisados: Centro, Vila Branca e Parque dos Sinos (Meia Lua).



**Figura 1** Mapa de localização da área de estudo.

A metodologia fica dividida em 3 partes: parte 1 Operações vetoriais no QGIS; parte 2 Algoritmos e operações matriciais no Earth Engine; parte 3 Tratamento dos dados no Excel

PARTE 1: Utilizamos a área urbana de Jacareí como objeto de estudo fazendo um recorte do polígono AreasUrbanizadas2019\_Brasil no município de Jacareí, obtido no site do IBGE. Foi utilizado também as linhas do mapa viário de Jacareí obtida no openstreetmaps, com um buffer de 5m. E foi feita a diferença da shapefile áreas urbanas menos as ruas de Jacareí, a subtração serve para obter índices mais precisos e não confundir algumas classes do algoritmo uma vez que as ruas tem valores de pixel semelhante a casas de telhas de concreto e prédios. Com o arquivo disponibilizado em aula dos lotes de Jacareí dissolvemos os polígonos por loteamento para dividirmos os bairros de Jacareí.

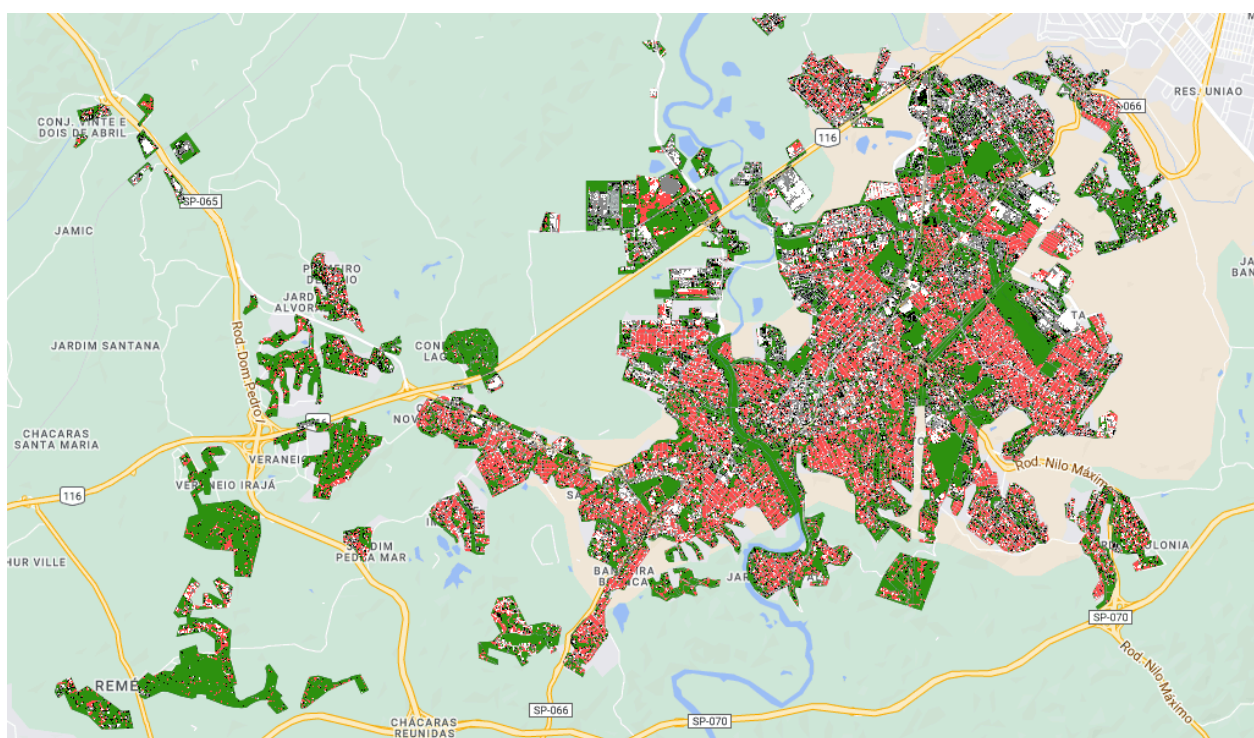
PARTE 2: Utilizado a ferramenta google earth engine (GEE), usamos 14 imagens filtradas de um total de 290 imagens, sentinel 2 MSI no ano de 2022, disponibilizadas no catálogo, e a reduzimos em uma só imagem com a média dos pixels, as bandas do visível B2, B3, e B4 foram utilizadas. Fizemos o upload dos polígonos da área urbana de Jacareí e dos bairros. Elaboramos um algoritmo de classificação supervisionada CART, com amostragem de telhas de cerâmica, áreas verdes, telhas de concreto (cinza escuro), lajes, telhas de cimento (cinza claro), onde a área de estudo seriam os polígonos trabalhados. O Algoritmo de classificação supervisionada utilizado foi o random forest especificado em 50 árvores de decisão, o random forest é um algoritmo de inteligência artificial mais utilizado no geoprocessamento para mapas de uso e cobertura do solo, onde a partir de amostra, ele vai gerar um range de reflectância onde cada classe se encontra e transforma cada classe em uma imagem booleana, ou seja, categorizando a imagem de acordo com as classes. Com os resultados obtidos em imagens foi aplicada um cálculo de área pelo tamanho e quantidade de pixels por classe baseada na projeção. O algoritmo foi disponibilizado no github: "<https://github.com/RenanAmbiel/Earth-engine>" e o app está disponível em "<https://renanambielreman.users.earthengine.app/view/telhasceramica>".



PARTE 3: Utilizando o excel fizemos o tratamento dos dados traduzindo-os para tabelas e graficos para facilitar a analise.

## RESULTADOS E DISCUSSAO

A cidade de Jacareí por ser uma cidade muito antiga, tem a predominância de casas antigas, Jacareí é uma cidade bem diversificada e as casas antigas aparecem ao distribuídas ao longo de toda a cidade como podemos ver na fig 2.



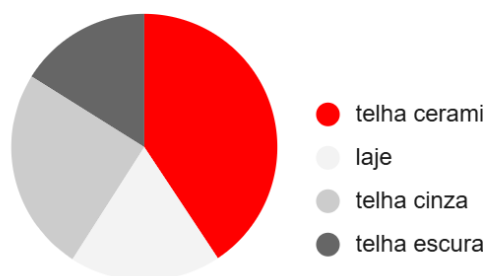
**Figura 2** Mapa da area urbana categorizada pelo random forest, em verde a vegetação, vermelho as telhas de cerâmica, em cinza prédios e comércios, em branco lajes, e preto telhas de concreto escuro.

Abaixo os resultados obtidos pela área por cada classe de estudo.

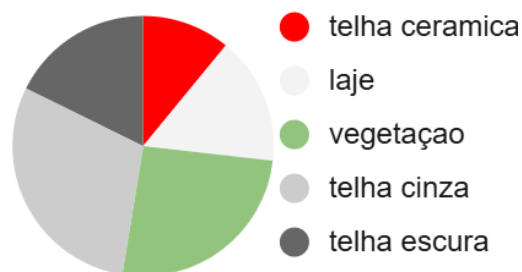
local	area m²		local	area m²
area urbana	49645568		vila branca	1832659
telha ceramica	10670216		telha ceramica	163103
laje	4824752		laje	237450
vegetação	17372343		vegetação	384417
telha cinza	6509851		telha cinza	444517
telha escura	4225055		telha escura	264338
centro	2466864		parque dos sinos	2327292
telha ceramica	836668		telha ceramica	130696
laje	312753		laje	313975
vegetação	485696		vegetação	377263
telha cinza	457744		telha cinza	265136
telha escura	244972		telha escura	83504
cidade salvador			são paulo	
telha ceramica	398438		telha ceramica	31523885
laje	77250		laje	30107879
vegetação	109254		vegetação	68949379
telha cinza	90622		telha cinza	61935950
telha escura	49322		telha escura	37151978

**Grafico 1:** Censo da urbanizada em Jacareí. Se retirarmos a linha vegetação da tabela formamos um grafico onde as telhas de ceramica corresponde a uma taxa de 40% da area.

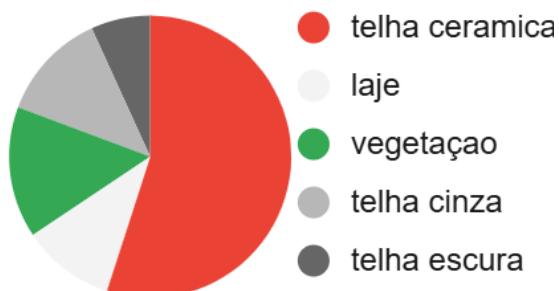
area urbana Jacareí



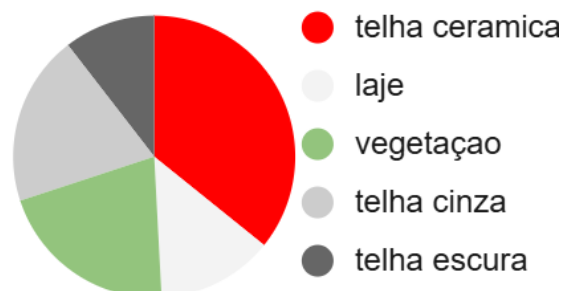
Vila Branca



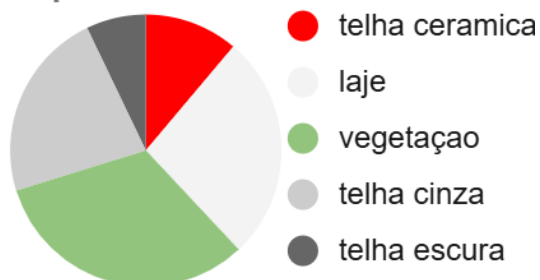
Cidade Salvador



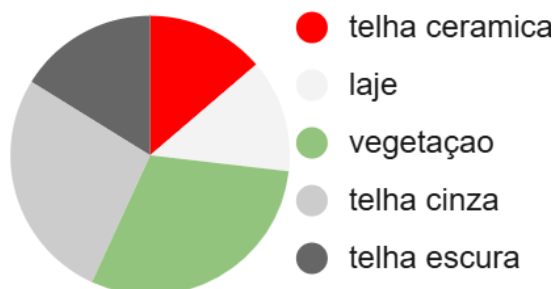
Centro



Parque dos Sinos



São Paulo



**Grafico 2, 3, 4 e 5:** Censo de bairros de Jacareí. Bairros como centro e parque dos

sinos tem uma maior quantidade de telhas cinza representando áreas comerciais e prédios, ou casas com telhas de cimento.

**Gráfico 6:** Região central de São Paulo (Pinheiros, Mooca, Bras, Barra Funda, Lapa) , para fins comparativos.

A cidade apresenta um alto índice de casas antigas em relação ao total de área construída de cerca de 40%, em uma área urbana de um total de 49.645.568 m<sup>2</sup> em que 10.670.216m<sup>2</sup> são casas com telhas de cerâmica.

Em uma comparação entre os 4 bairros analisados o centro representa os índices mais elevados de telhas de cerâmica, porém esses números ainda são reduzidos se compararmos com bairros mais antigos como Santa Maria, Parque dos Príncipes, ou Cidade Salvador onde os valores chegam a quase 60% cento do total.

De acordo com a tabela 1, a área total de telhas de cerâmica é de 10.670.216 m<sup>2</sup> ou seja aproximadamente 10,5 km<sup>2</sup>, fazendo uma estimativa do tamanho médio do lote em Jacareí sendo de 300m<sup>2</sup>, são aproximadamente cerca de 30 mil habitações dentro da estatística.

Os resultados indicam que a cidade pode estar suscetível a acidentes envolvendo desabamento de telhados visto que a madeira das estruturas do telhado são vulneráveis a causas de natureza hídrica, e que Jacareí está em uma região úmida de alta pluviosidade situada entre duas serras, a serra da Mantiqueira e a serra do mar.

## 5 CONCLUSÕES

O método de classificação supervisionada apesar de estar sendo usado de maneira diferente do habitual uso para uso e cobertura do solo, nesse artigo ele apresenta bons resultados quando se compara a imagem classificada e a imagem original do satélite. Além de facilitar a visualização, a classificação permite trabalhar em cima dos dados para melhor interpretação da situação e obter resultados mais apurados.

O resultados do algoritmo se mostraram satisfatórios apesar de ainda termos pouco entendimento sobre o funcionamento dos algoritmos e o processamento das imagens, isso mostra o poder que o tema tem no geoprocessamento e o quanto ainda podemos aprimorar o projeto.

Validar se a relação de telhas de cerâmica com a idade das residências está de acordo também é um ponto crucial pois a premissa toda é baseada em um conhecimento empírico de um estudo de caso relacionado com a experiência de vida de um dos autores, e não traz hipóteses epistemológicas concretas sobre o assunto.

De modo geral, o estudo tem grande relevância no meio acadêmico, pois sua metodologia é eficiente, e utiliza pouco ou quase que nenhum processamento computacional ou renderização de vídeo utilizando-se as tecnologias de processamento em nuvem, a plataforma GEE também disponibiliza um aplicativo ao leitor para checar os resultados com mais precisão.

O estudo foi desenvolvido em prol de apoiar a tomada de decisão da esfera pública dentro do contexto habitacional e servindo como um norte para um melhor entendimento sobre reabilitação de coberturas antigas.

Nossas propostas para o futuro do projeto é buscar aprimoramento do algoritmo e escalar para nível estadual, ou federal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBAS, Raquel Alexandra Alvaro de Brito. **Reabilitação de coberturas antigas**. 2015. Dissertação de Mestrado.

ZENID, José Geraldo. Madeira na construção civil. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo**, p. 16-24, 2011.

CHO, David Fernando et al. **Desempenho do Algoritmo de Classificação de Imagens Random Forest para Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo no Cerrado Brasileiro**. 2021.

ZHAO, Chuanwu; PAN, Yaozhong. **A novel spectral index for mapping blue colour-coated steel roofs (BCCSRs) in urban areas using Sentinel-2 data**. International Journal of Digital Earth, v. 16, n. 1, p. 2862-2884, 2023.

MASCARENHAS, Carlos Cezar de. **Indicadores sociais e econômicos como instrumento de gestão e desenvolvimento das cidades: Uma aplicação no município de Jacareí**. 2006.

#### **Material da Internet**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPeI). In: INTRODUÇÃO AO GOOGLE EARTH ENGINE. Disponível em: <[ApostilaGEE2020.pdf \(ufpel.edu.br\)](#)> . Acesso em: JUN/2020.

Introduction to Google Earth Engine in Javascript: Disponível em: <<https://bit.ly/intro-to-gee-js> >