

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 Davi da Silva**

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 inteligência 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 a esse cenário de imprevistos. No contexto habitacional, casas antigas estão mais vulneráveis a eventos extremos 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 baseadas 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 49,6 km² mais de 40% da área construída corresponde a telhados antigos, onde os bairros Parque do Príncipe e Cidade Salvador 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 the forces of nature, making technologies indispensable for our adaptation to this scenario of unforeseen events. In the housing context, old houses are more vulnerable to extreme events because their structures, often made of decayed wood, are more susceptible to collapse. In this work, we will develop an artificial intelligence algorithm to identify old houses based on different types of roofs within the urban area of Jacareí. The algorithm is a supervised classification using the machine learning technique. The results obtained show Jacareí as a city with a predominance of old houses. Within an urbanized area of 49.6 km², more than 40% of the built area corresponds to old roofs, with the neighborhoods Parque do Príncipe and Cidade Salvador leading in the number of old houses.

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 XVII, 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 Data estão inovando o mercado, nesse cenário as redes neurais vem se destacando com seus algoritmos de aprendizado de máquina na identificação de padrões que imitam o sistema nervoso de um animal. 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 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 ou nacional.

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 para facilitar a interpretação.

MATERIAIS E MÉTODOS

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

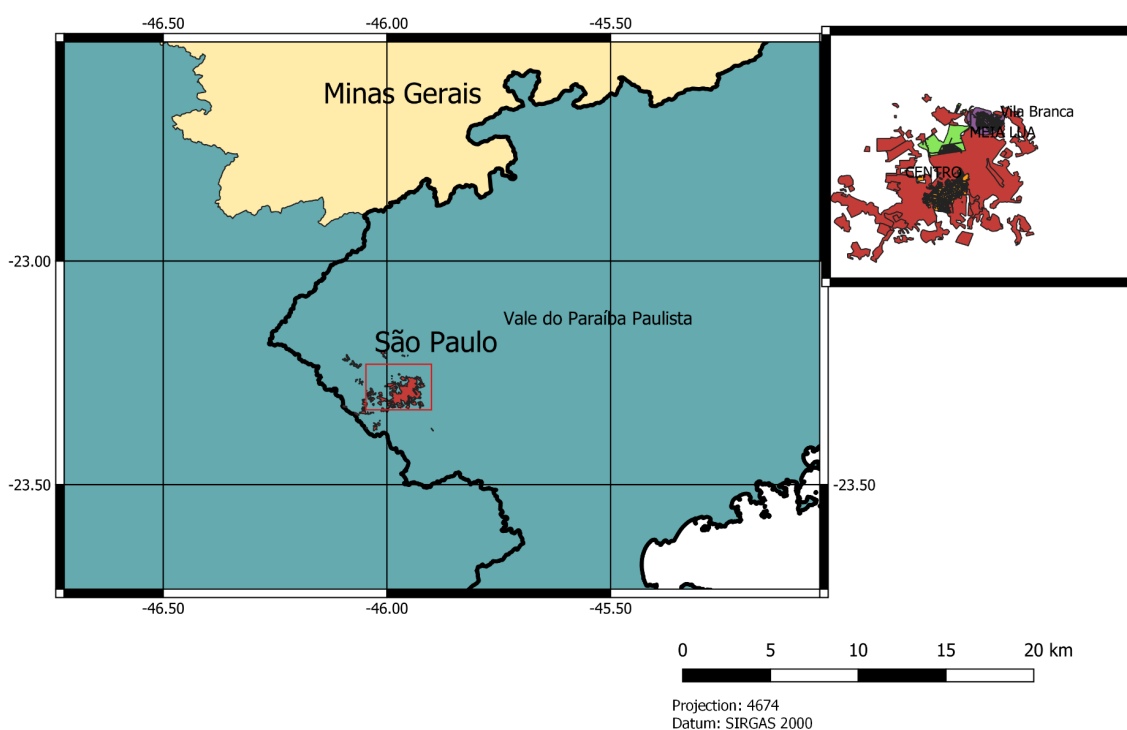


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo.

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 obtidas no openstreetmaps, com um buffer de 5m. E foi feita a diferença do shapefile áreas

urbanas pelas ruas de Jacareí, a subtração serve para não confundir algumas classes do algoritmo uma vez que as ruas têm valores de pixel semelhantes a casas de telhas de concreto e prédios. Com o arquivo dos lotes de Jacareí disponibilizados em aula dissolvemos os polígonos por loteamento para dividir os bairros de Jacareí.

PARTE 2: Utilizando 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 mediana 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 na plataforma. 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 bairros de Jacareí. O Algoritmo de classificação supervisionada utilizado foi o smile random forest especificado em 50 árvores de decisão, o random forest é algoritmo de inteligência artificial para mapas de uso e cobertura do solo, onde a partir de amostras, ele vai gerar um range de reflectância para cada classe, e como resultado gera uma imagem booleana, ou seja, categorizada 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 esta disponivel em "<https://renanambielreman.users.earthengine.app/view/telhasceramica>".

PARTE 3: Utilizando planilhas fizemos o tratamento dos dados traduzindo-os para tabelas e gráficos para facilitar a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 distribuídas ao longo de toda a cidade como podemos ver na fig 2.

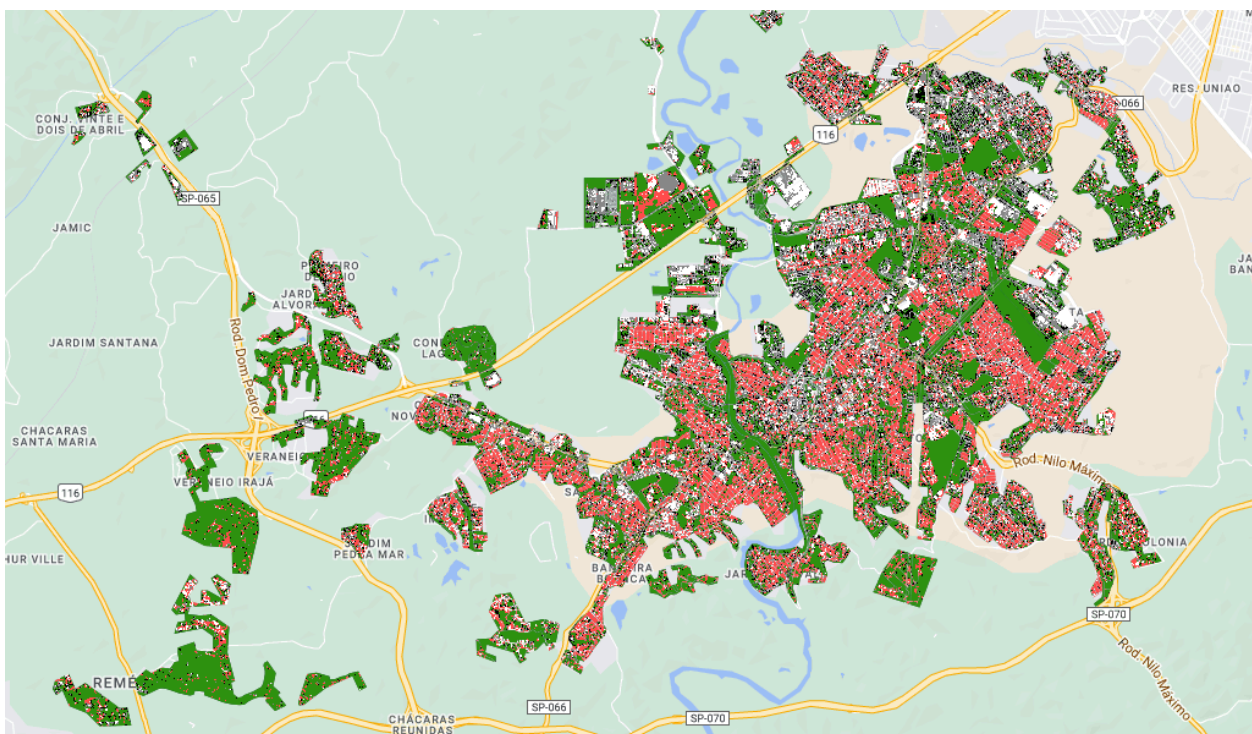


Figura 2 Mapa da área urbana categorizada pelo Random Forest, em verde a vegetação, vermelho as telhas de cerâmica, em cinza prédios e comércios, em branco lajes, e preto telhas de concreto escuro.

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

local	área m²		local	área m²
área urbana	49645568		vila branca	1832659
telha cerâmica	10670216		telha cerâmica	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 cerâmica	836668		telha cerâmica	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 cerâmica	398438		telha cerâmica	31523885
laje	77250		laje	30107879
vegetação	109254		vegetação	68949379
telha cinza	90622		telha cinza	61935950
telha escura	49322		telha escura	37151978

Tabela 1: Tabela com as áreas das classes obtidas pela segmentação da imagem.

area urbana Jacareí

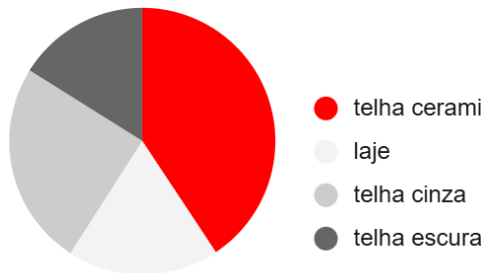


Gráfico 1: Censo da area urbanizada em Jacareí. Se retirarmos a linha vegetação da tabela formamos um gráfico onde as telhas de cerâmica correspondem a uma taxa de 40% da área.

Vila Branca

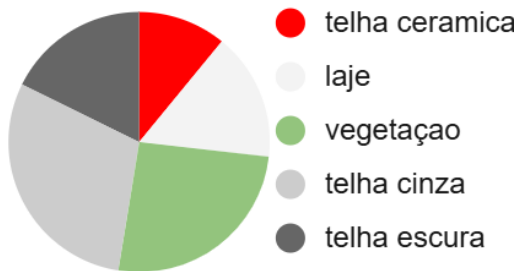


Gráfico 2: Censo dos tipos de telhados no bairro Vila Branca.

Cidade Salvador

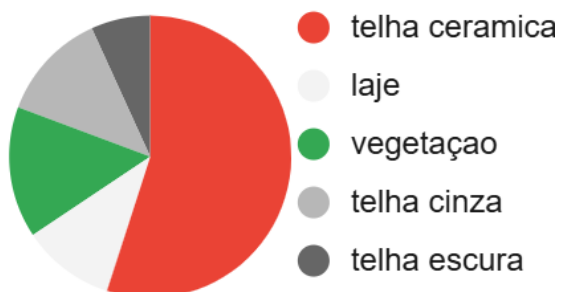


Gráfico 3: Censo dos tipos de telhados no bairro Cidade Salvador, bairro antigo onde podemos observar predominância de telhas de ceramica.

Centro

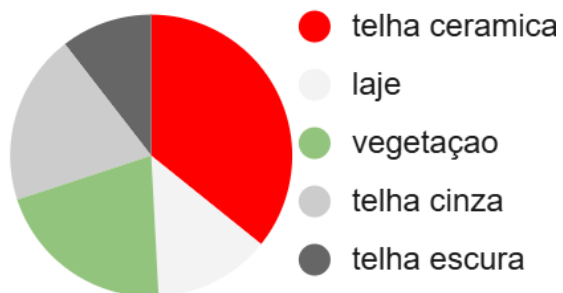


Gráfico 4: Censo dos tipos de telhados no Centro de Jacareí.

Parque dos Sinos

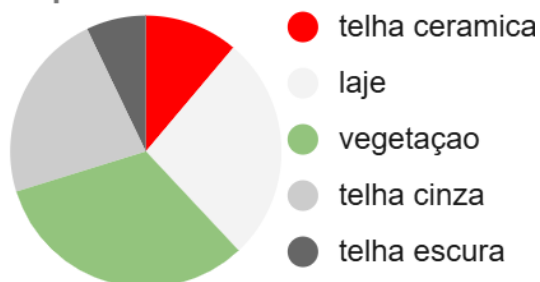


Gráfico 5: Censo dos tipos de telhados no bairro Parque dos Sinos, onde o percentual de telhas cinzas e lajes são maiores.

São Paulo

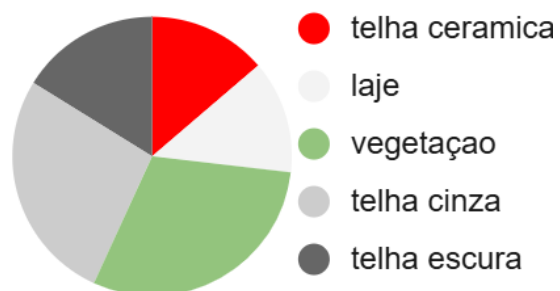


Gráfico 6: Região central de São Paulo (Pinheiros, Mooca, Brás, Barra Funda, Lapa) , para fins comparativos.

De modo geral a cidade de Jacareí 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 m² cerca de 10.670.216m² são casas com telhas de cerâmica. Em uma estimativa são aproximadamente cerca de 30 mil habitações antigas.

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.

Quando compara-se Jacarei com a região central de São Paulo percebemos o quanto a região está envelhecida, nos bairros centrais de São Paulo os índices de área construída com coberturas de cerâmica ficam na faixa de 14%, enquanto o centro de Jacareí alcança valores de 35%.

5 CONCLUSÕES

Portanto, de acordo com a maneira de como as patologias estruturais se desenvolvem aceleradamente na presença de patologias biológicas, e de como as condições meteorológicas de clima úmido da região vão influenciar a reprodução dos agentes decompositores, os resultados mostrados do alto índice das telhas de cerâmica na cidade, apresentam Jacareí como uma cidade com um alto risco de desabamento de telhados, principalmente se estiver sob ação de eventos extremos como trombas d'água ou fortes ventos.

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 com a imagem original do sentinel. Além de facilitar a visualização, a classificação permite trabalhar em cima dos dados para melhor interpretação da situação e obter resultados mais apurados. Os resultados do algoritmo se mostraram satisfatórios, isso se deve ao potencial que o tema inteligência artificial e redes neurais tem no geoprocessamento.

Admitimos viés de confirmação, pois a relação telhas de cerâmica com a idade das residências partem de uma premissa baseada em um conhecimento empírico de um estudo de caso relacionado com a experiência de vida de um dos autores, e traz hipóteses epistemológicas rasas sobre a relação..

De modo geral, o estudo tem grande relevância para meio acadêmico, pois sua metodologia utiliza baixíssimo processamento computacional na renderização das imagens. E na esfera pública ele oferece apoio na tomada de decisões de gestores públicos em ações de mitigação dos impactos gerados pelas mudanças climáticas no ambiente habitacional.

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.

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> >

Aplicação desenvolvida

<https://renanambielreman.users.earthengine.app/view/telhasceramica>

link para o código: [RenanAmbiel · GitHub](#)

