

# Identificação de Fissuras e Buracos em Estruturas: Uma Abordagem Avançada com Redes Neurais

Jorge Luis Ferreira Luz<sup>1</sup>, João dos Santos Neto<sup>2</sup>, Alisson Rodrigo Carneiro da Silva<sup>1</sup>,  
Marcos Vinicius Batista Sampaio

<sup>1</sup>PAAD - Núcleo Pesq. Avanç. Anál. Dados - Universidade Federal do Piauí (UFPI)  
Picos – PI – Brazil

<sup>2</sup>PAVIC - Lab. Pesq. Aplic. Visão e IA – Universidade Federal do Piauí (UFPI)  
Picos – PI – Brazil

jorge.luz@ufpi.edu.br  
alisson.silva@ufpi.edu.br  
socialcraft.sc@gmail.com  
joaonetoprivado2001@ufpi.edu.br

**Abstract.** *Urban road infrastructure faces critical challenges, such as cracks and potholes, compromising street quality and increasing risks for the community. Traditional inspection approaches often prove ineffective, leading to delays and high costs. To address this issue, the implementation of Neural Networks emerges as a promising solution. These intelligent systems enable precise detection, facilitating swift interventions and establishing foundations for proactive road maintenance management, ensuring user safety and long-term preservation of urban streets.*

**Resumo.** *A infraestrutura viária urbana enfrenta desafios críticos, como fissuras e buracos, prejudicando a qualidade das ruas e aumentando os riscos para a comunidade. As abordagens tradicionais de inspeção são frequentemente ineficazes, resultando em atrasos e custos elevados. Para solucionar esse problema, a implementação de Redes Neurais surge como uma solução promissora. Esses sistemas inteligentes capacitam uma detecção precisa, permitindo intervenções rápidas e estabelecendo bases para a gestão proativa da manutenção viária, assegurando a segurança dos usuários e a preservação a longo prazo das ruas urbanas.*

## 1. Introdução

No cotidiano das cidades, as ruas desempenham um papel fundamental na facilitação da mobilidade urbana, conectando comunidades e impulsionando o desenvolvimento econômico. Contudo, a infraestrutura viária enfrenta desafios constantes, e a detecção precoce de problemas é essencial para garantir sua durabilidade e segurança. Nesse contexto, a identificação de fissuras e buracos em ruas emerge como uma área crucial, exigindo abordagens inovadoras para manter a integridade das vias.

O surgimento de fissuras e buracos nas ruas não apenas compromete a qualidade das vias, mas também representa um desafio significativo para a comunidade em geral.

Essas falhas podem resultar em acidentes, danos veiculares e custos elevados de reparo. As técnicas tradicionais de inspeção frequentemente falham em fornecer uma avaliação abrangente e eficaz, levando a atrasos na identificação e reparo dessas imperfeições. Isso destaca a necessidade premente de uma abordagem mais avançada na identificação de fissuras e buracos em ruas, visando a manutenção preventiva e a minimização dos impactos negativos na infraestrutura urbana.

Uma solução promissora para enfrentar este problema é a adoção de uma abordagem avançada com Redes Neurais(RN). Esses sistemas inteligentes podem ser treinados para analisar imagens e dados de sensoriamento, identificando padrões sutis associados a fissuras e buracos. A aplicação de algoritmos de aprendizado profundo permite uma detecção mais precisa e eficiente, possibilitando a intervenção rápida das autoridades competentes. Ao implementar não apenas se aprimora a capacidade de identificação, mas também se estabelece uma base para a gestão proativa da manutenção viária, contribuindo para a segurança dos usuários e a preservação a longo prazo das ruas urbanas.

## **2. Trabalhos Relacionados**

O artigo [Schmidt et al. 2020] destaca-se por sua abordagem específica na detecção de buracos em rodovias. Utiliza técnicas como Histograma de Gradientes Orientados (HOG) para extração de características, integrando Redes Neurais Artificiais (RNA) e Máquinas de Vetores de Suporte (SVM). A ênfase recai na eficiência e precisão do processo, proporcionando resultados quantificáveis, como IoU, acurácia e precisão. O foco principal é aprimorar a detecção automática de buracos em rodovias, crucial para a manutenção da infraestrutura viária.

O trabalho [Vieira 2020] a atenção volta-se para a identificação automatizada de fissuras em estruturas de concreto. Emprega Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para esse propósito, com uma revisão aprofundada sobre redes neurais, destacando o aprendizado profundo. Além disso, o artigo avança na aplicação prática ao desenvolver um aplicativo web para utilizar o modelo treinado. A contribuição central reside na automação da detecção de fissuras, com potencial para generalização em outras patologias estruturais.

O artigo [Medeiros ] destaca-se por sua abordagem abrangente na detecção e classificação de falhas em vias públicas, incluindo buracos, rachaduras e manchas. Diferentemente dos artigos anteriores, o foco não se restringe a um tipo específico de defeito, mas abrange diversas anomalias nas estradas. O objetivo principal é implementar um algoritmo para detecção e classificação de falhas de forma rápida e eficiente, permitindo um acompanhamento automatizado do estado das vias públicas. A metodologia envolve técnicas de processamento de imagem e aprendizagem de máquina, visando a escolha de características relevantes para o método proposto. Este artigo busca uma aplicação mais generalizada para melhorar a manutenção de vias públicas, considerando a importância do monitoramento contínuo para a segurança e eficiência do tráfego.

O presente artigo oferece uma perspectiva ampla e avançada. Reconhecendo a importância da infraestrutura viária urbana, propõe uma abordagem avançada para identificar tanto fissuras quanto buracos. Utiliza Redes Neurais para analisar imagens e dados de sensoriamento, destacando a necessidade de uma manutenção preventiva eficiente. A ênfase é na gestão proativa da manutenção viária, contribuindo para a segurança dos usuários e preservação a longo prazo das ruas urbanas. Este artigo busca uma abordagem

holística, considerando a complexidade das condições viárias urbanas.

### 3. Metodologia

Nesta seção, será apresentada a metodologia para a identificação de fissuras e buracos em estruturas. A metodologia usada neste projeto para obtenção dos resultados consiste em: Pesquisa bibliográfica e Escolha de uma CNN[Bezerra 2016], Obtenção de uma Base de Dados, Pré-Processamento das Imagens[de Queiroz and Gomes 2006], Treinamento de um modelo para de fissuras e buracos e Validação dos resultados. A Figura 1 representa o fluxograma pela metodologia apresentada.

1. **Pesquisa bibliográfica:** Esta etapa consistirá em realizar uma pesquisa da literatura para identificação de melhorias na proposta deste artigo para que possam deixá-lo exclusivo.
2. **Escolha de uma CNN:** Nesta etapa, será feita a seleção de uma CNN com base em alguns criterios que ajudem a obter uma que consiga satisfazer e alcançar bons resultados.
3. **Obtenção de uma Base de Dados:** Após a definição da CNN, será feita uma busca por uma base que seja possível a realização de Pré-Processamento e o Treinamento do Modelo que realizará a identificação.
4. **Pré-Processamento das Imagens:** Nesta etapa, serão utilizadas técnicas, tais como segmentação, filtragem, normalização, redimensionamento e augmentação de dados. Essas técnicas visam melhorar a qualidade, facilitar a análise e ajudar na extração de características relevantes para o modelo.
5. **Treinamento do Modelo:** Esse processo consistirá na utilização das imagens depois do pré-processamento onde serão aplicadas na criação de um modelo computacional que seja capaz de identificar fissuras em estruturas.
6. **Validação dos resultados:** Por fim, será feito uma validação dos resultados obtidos pelo modelo. Os resultados deverão ser apresentados por meio de gráficos ou tabelas.

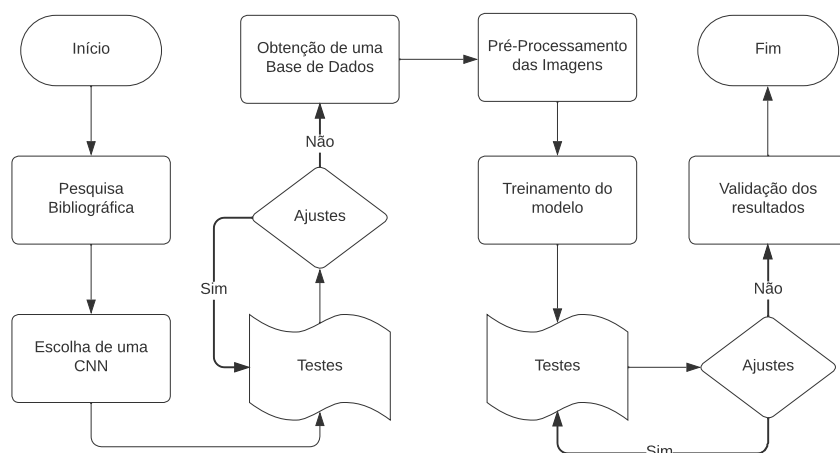


Figura 1. Fluxograma da Metodologia

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, conduziu-se uma extensa revisão bibliográfica para adquirir informações relevantes acerca dos interesses abordados em estudos anteriores. Após a conclusão desta revisão, deu-se início à seleção de uma CNN que desempenhará o papel crucial na fase de identificação. Diante da análise de diversas abordagens adotadas por diversos autores, optou-se pela implementação da YOLO como a Rede Neural escolhida.

Posteriormente à seleção da rede neural, procedeu-se à busca por uma base de dados apropriada para alimentar o modelo a ser desenvolvido pela referida CNN. Subsequentemente a essa etapa, realizou-se o pré-processamento das imagens, empregando diversas técnicas, incluindo normalização, redimensionamento e segmentação.

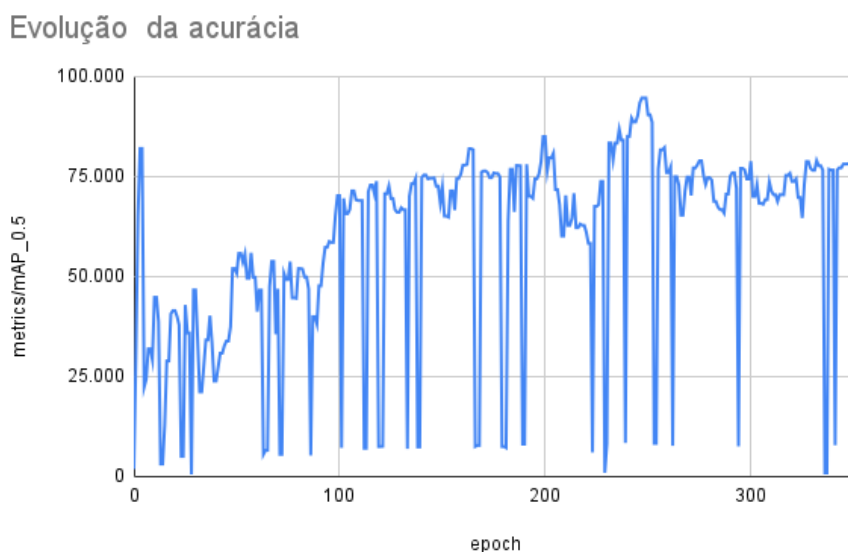
Como penúltimo passo, iniciou-se a fase de treinamento do modelo de identificação, utilizando a YOLO como Rede Neural escolhida. No processo de treinamento, definiu-se o tamanho do lote (batch size) como 8, e empregou-se um total de 300 épocas, com o propósito de assegurar resultados robustos durante o treinamento. Ao término desta etapa, o modelo treinado será aplicado a uma base de dados de teste para a validação dos resultados obtidos.

Este procedimento metodológico busca garantir uma abordagem sistemática e eficiente na implementação da proposta, respaldada por uma revisão bibliográfica criteriosa e escolhas fundamentadas na literatura científica pertinente.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Resultados

**Figura 2. Evolução da acurácia apartir das épocas**



4.2. Resultados

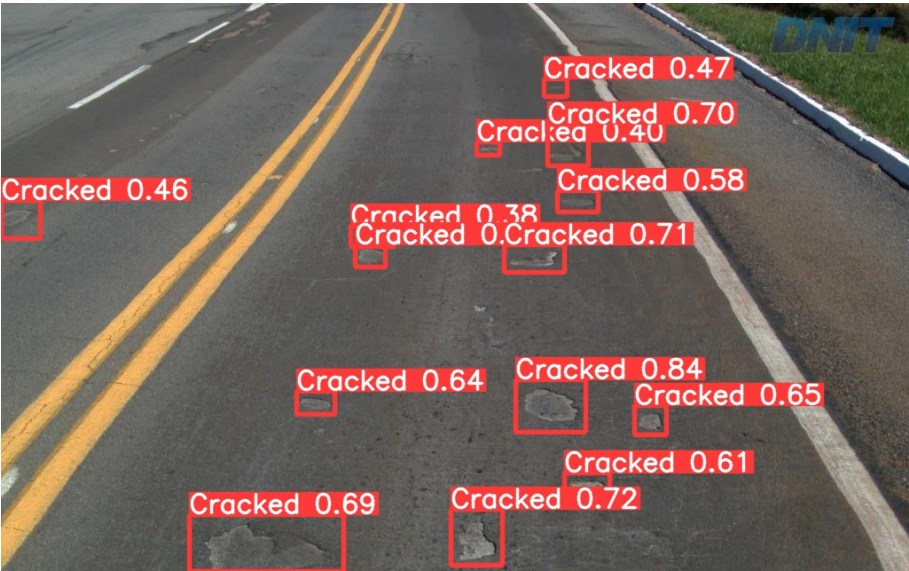


Figura 3. Resultado dos treinamentos

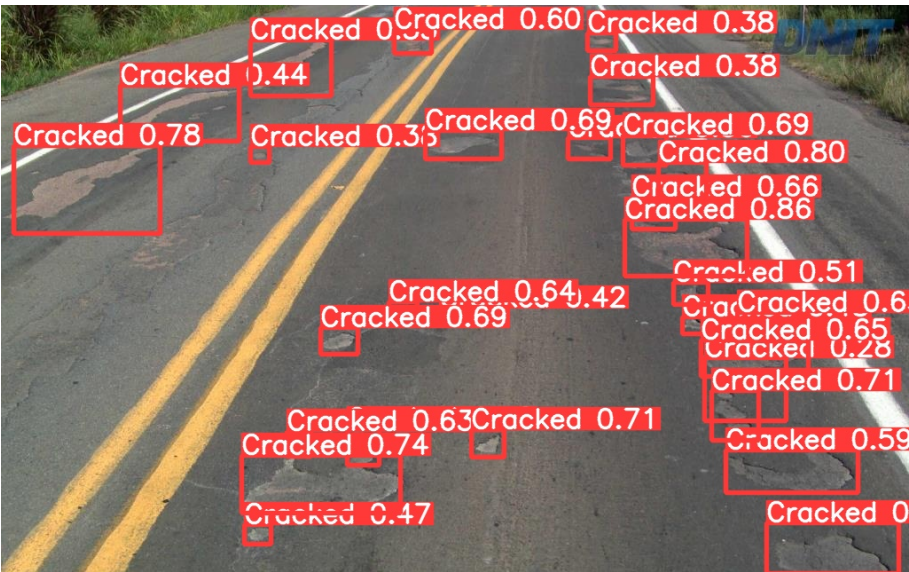
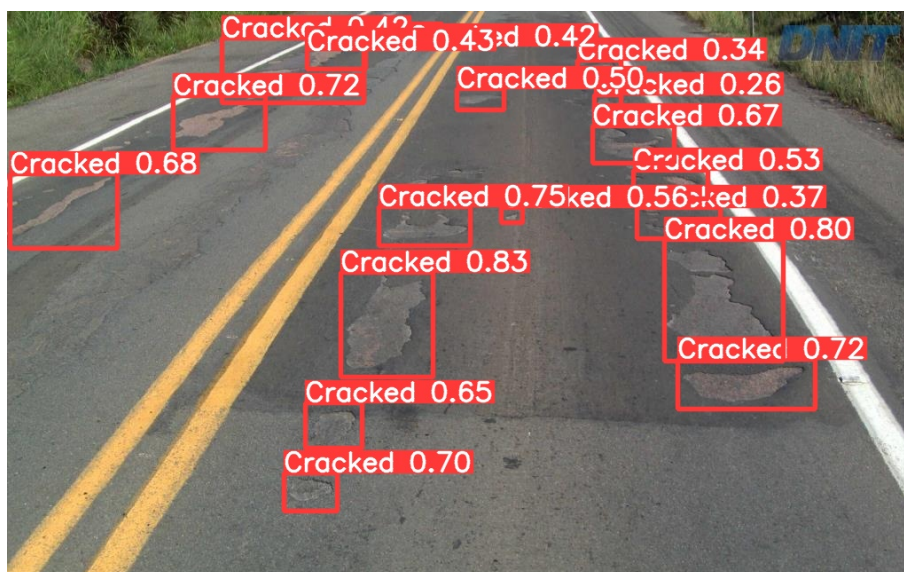


Figura 4. Resultado dos treinamentos



**Figura 5. Resultado dos treinamentos**

Como evidenciado nas Figuras 3, 4 e 5, é possível observar que o resultado do treinamento demonstrou-se altamente satisfatório. O modelo desenvolvido revelou uma notável capacidade de identificar fissuras no asfalto com precisão e consistência. Esses achados promissores não apenas corroboram a eficácia do modelo, mas também ressaltam sua importância na detecção de características essenciais em infraestruturas rodoviárias. Essa robustez e confiabilidade do modelo têm o potencial de contribuir significativamente para a manutenção preventiva e o monitoramento eficaz das condições das vias, promovendo assim uma infraestrutura rodoviária mais segura e durável.

#### 4.3. Conclusão

A infraestrutura viária urbana é crucial para a mobilidade e o desenvolvimento das cidades. No entanto, problemas como fissuras e buracos representam desafios significativos, afetando não apenas a qualidade das ruas, mas também a segurança e o bem-estar da comunidade. As abordagens tradicionais de inspeção muitas vezes são ineficazes, resultando em atrasos e custos elevados para identificar e reparar essas falhas.

Diante desse cenário, a implementação de Redes Neurais surge como uma solução promissora. Esses sistemas inteligentes capacitam uma detecção precisa de fissuras e buracos, permitindo intervenções rápidas e estabelecendo as bases para uma gestão proativa da manutenção viária. Ao adotar essas tecnologias avançadas, não apenas melhoramos a eficiência na identificação de problemas, mas também garantimos a segurança dos usuários e a preservação a longo prazo das ruas urbanas.

Ao considerar os desafios enfrentados pela infraestrutura viária e a necessidade de soluções inovadoras, a implementação de Redes Neurais representa um passo significativo em direção a cidades mais seguras, eficientes e sustentáveis. Essa abordagem não só melhora a qualidade das ruas, mas também contribui para o desenvolvimento urbano de forma mais inteligente e responsável. Portanto, investir em tecnologias como Redes Neu-

rais é essencial para enfrentar os desafios atuais e futuros da infraestrutura viária urbana.

## **Referências**

- Bezerra, E. (2016). Introdução à aprendizagem profunda. *Artigo–31º Simpósio Brasileiro de Banco de Dados–SBBD2016–Salvador*.
- de Queiroz, J. E. R. and Gomes, H. M. (2006). Introdução ao processamento digital de imagens. *Rita*, 13(2):11–42.
- Medeiros, C. P. Processamento de imagem e aprendizagem de máquina para classificação de anomalias em vias públicas.
- Schmidt, L. d. A. et al. (2020). Automatização do reconhecimento de buracos em rodovias usando inteligência computacional.
- Vieira, T. d. A. (2020). Detecção de fissuras em concreto usando deep learning.