

**Tema:** Identificação, classificação e visualização de cáries em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico

## Introdução

As cáries dentárias constituem um problema de saúde pública e seu diagnóstico precoce aumenta as chances de tratamento com sucesso. Os exames complementares incluem radiografias intrabucais e exames por imagens como a tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC). A TCFC é um método de captura radiográfica de imagem em três dimensões (3D) que pode auxiliar na identificação de cáries (Figura 1).

**Objetivo:** identificar cáries, classificar e visualizar cáries a partir de imagens de TCFC, usando técnicas de aprendizado de máquina, processamento de imagens e realidade virtual.

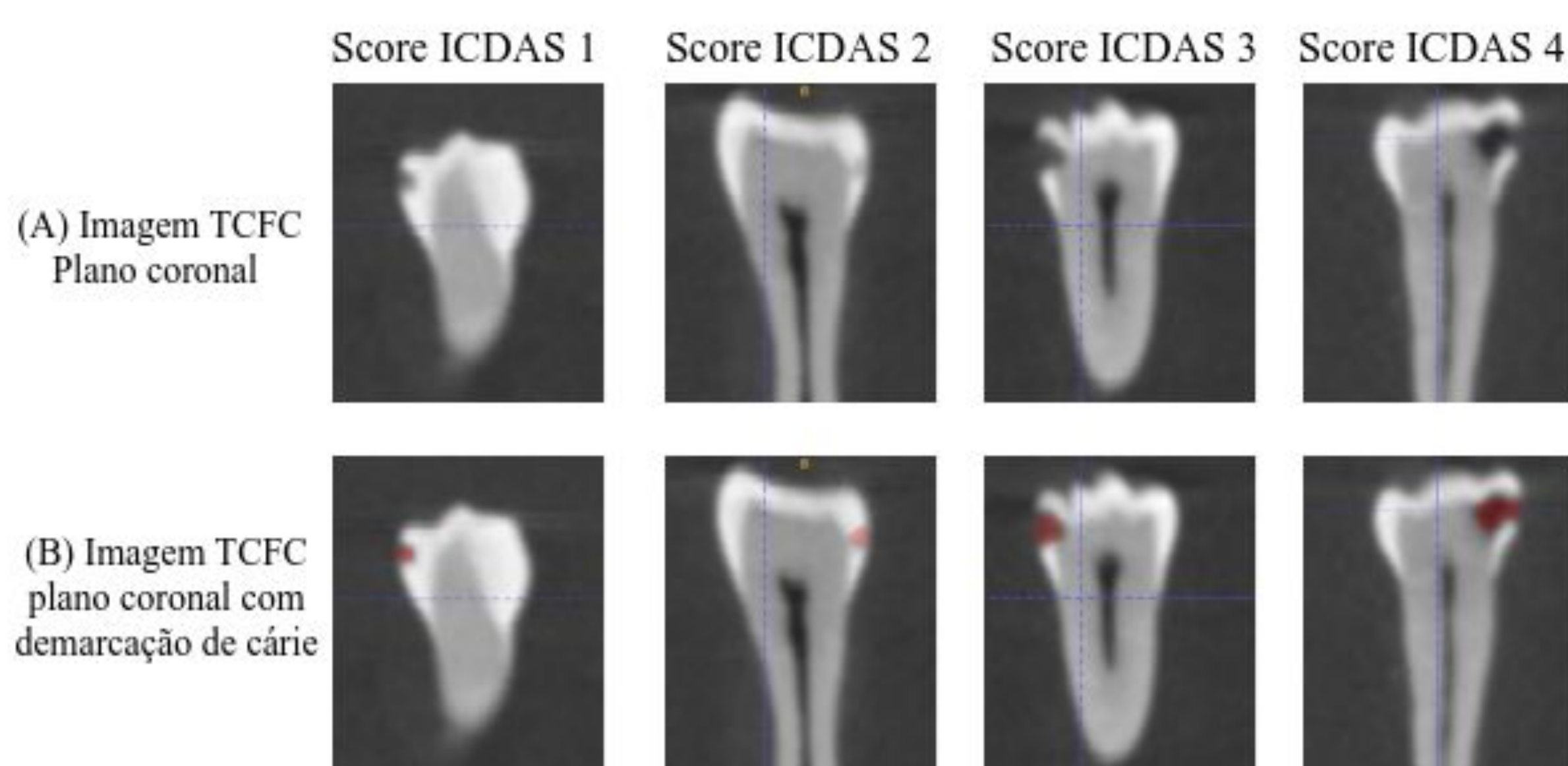


Figura 1: Exemplos de dentes com diferentes pontuações com base na Classificação Internacional de Detecção de Cárie (ICDAS): (A) imagens sem demarcação de cáries; (B) imagens com segmentação manual de cáries (região vermelha).

## Metodologia

A Figura 2 representa os passos percorridos para atingir o objetivo proposto.

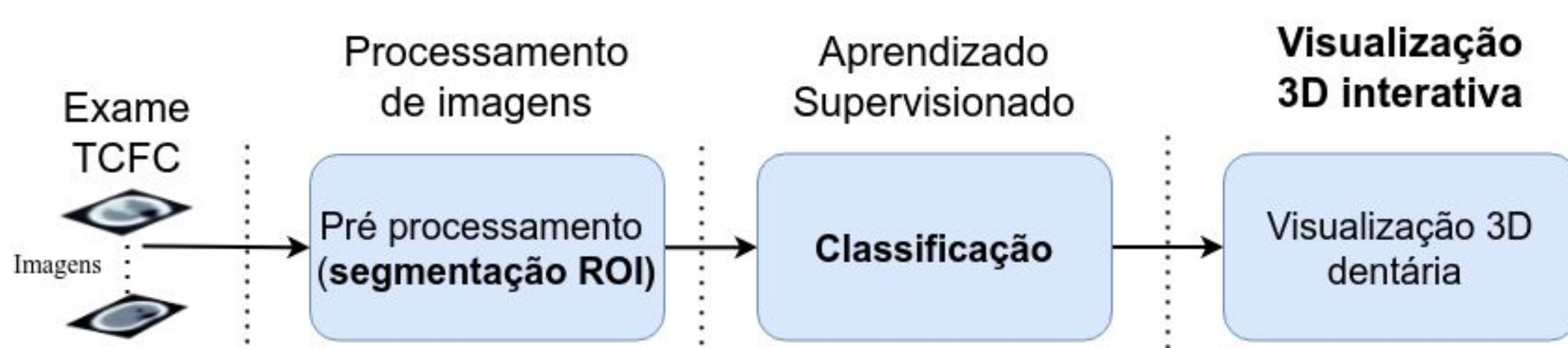


Figura 2: Pipeline com três etapas específicas: processamento de imagens para separação das estruturas e identificação da cárie, classificação com base no Score ICDAS usando aprendizado de máquina e disponibilização de modelo 3D com técnicas interativas.

## Processamento de imagens

Uma sequência de técnicas de processamento de imagens (limiarização multimodal, morfologia matemática e envoltória convexa) foi aplicada em todas as fatias do exame TCFC para separar estruturas dentárias e detectar cáries (Figura 3).

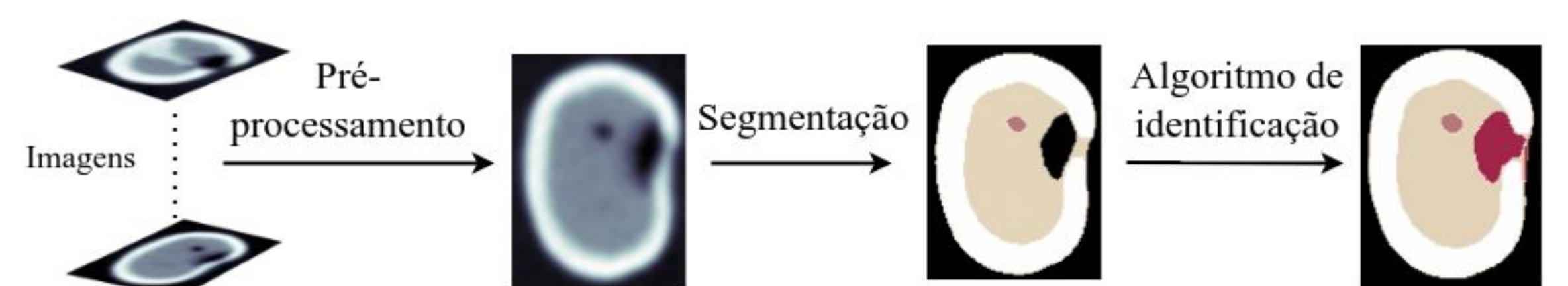


Figura 3: Sequência de técnicas de processamento de imagens para separação das estruturas dentárias e identificação da região da cárie.

## Aprendizado Supervisionado

Características relacionadas ao formato do dente e à lesão da cárie foram extraídas das imagens segmentadas, formando um vetor que foi submetido a métodos de aprendizado de máquina. Foram utilizados três algoritmos (SVM, Random Forest e XGBoost) indutores para classificar as cáries entre os graus: 0,1,2,3 e 4 com base no score ICDAS. Além disso, foi comparado os métodos utilizando o uso de processamento de imagens e técnicas de fusão de características (PCA) (Tabela 1).

Dados	SVM	RF	XG Boost
Sem processamento	91.66/92.08	85.24/85.23	96.56/96.14
Sem processamento (PCA)	90.11/89.74	83.22/81.87	90.15/88.71
Com processamento	<b>97.07/96.58</b>	<b>95.55/92.35</b>	<b>97.56/96.46</b>
Com processamento (PCA)	96.05/95.81	88.22/86.26	90.70/90.17

Tabela 1: Acurácia/F1-Score obtidos com variação do conjunto de dados.

## Visualização 3D interativa

Foi desenvolvido um método de reconstrução das estruturas dentárias possibilitando a visualização tridimensional interativa (Figura 4) e identificação da cárie e demais estruturas considerando diversos ângulos. Dentre as técnicas utilizadas no modelo estão: rotação, redimensionamento, controle de renderização do modelo e controle segmentação.

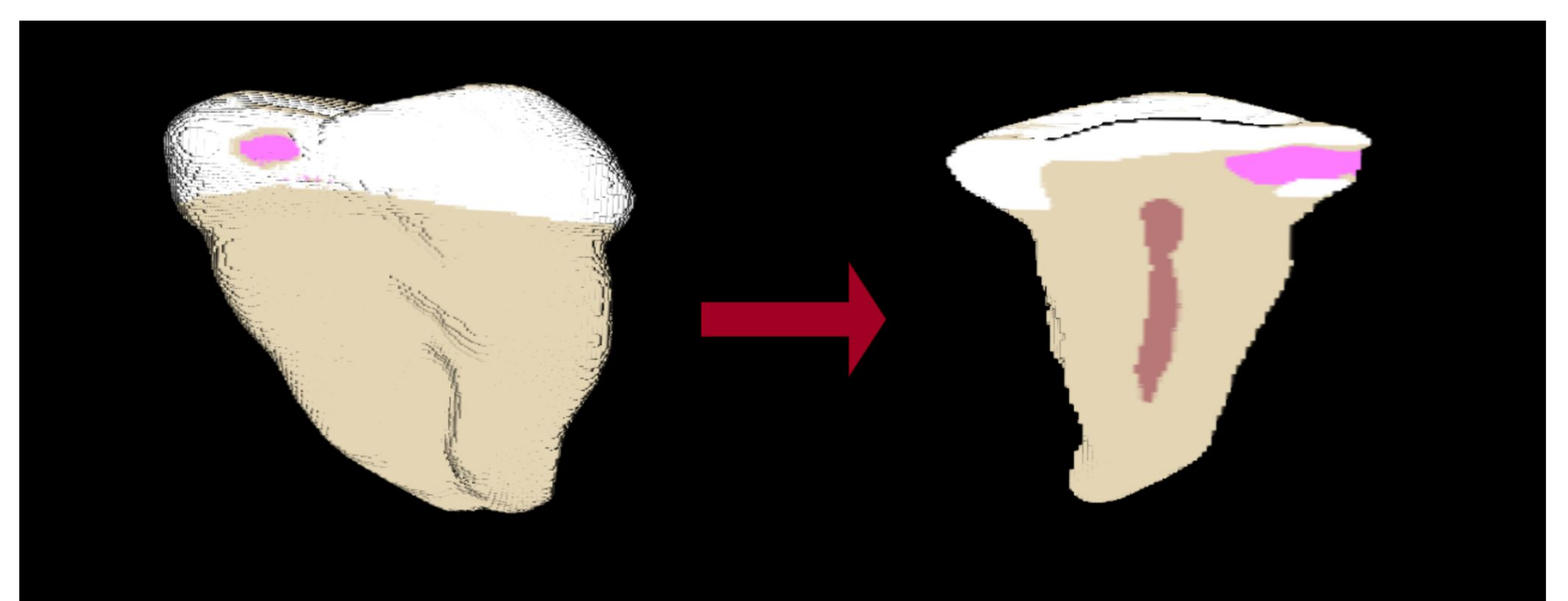


Figura 4: Visualização tridimensional interativa, destacando a região da cárie na cor roxa.

## Conclusão

A partir dos resultados obtidos foi possível obter um modelo reconstruído do dente, separando as estruturas e identificando a cárie. Além disso, o projeto possui resultados no campo de aprendizado de máquina em classificação multiclasse, comparando o conjunto de dados obtidos.

## Agradecimentos

**Integrantes:** Luiz Guilherme Kasputis Zanini

**Orientador(a):** Profa. Dra. Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques

**Coorientador(a):** Profa. Dra. Izabel Regina Fischer Rubira Bullen

