



Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC
Departamento de Engenharias e Computação – DEC
Colegiado de Ciência da Computação - COLCIC

Proposta de pré-projeto de Estágio Supervisionado

Tema:

Implementação e Análise de Codec de Esteganografia Adaptativa para Imagens Médicas no padrão DICOM

Nome completo e email:

Wesley Francisco do Nascimento / wfnascimento.cic@uesc.br

Nome do Orientador e e-mail:

Antonio Henrique Figueira Louro / louro@uesc.br

Resumo

Este trabalho propõe a implementação e análise de um *codec* de esteganografia adaptativa para imagens médicas DICOM. O projeto aborda a necessidade de um sistema que combine compressão sem perdas e segurança de dados, um dilema que os métodos convencionais não resolvem de forma satisfatória. A metodologia envolve a criação de uma arquitetura de duas modalidades, onde a esteganografia é aplicada de forma adaptativa na modalidade local (com planos de bits menos significativos) por meio da técnica de Expansão do Erro de Previsão (PEE). O objetivo é demonstrar que a união da compressão com a esteganografia pode gerar um arquivo final seguro e eficiente. Espera-se que, ao final, o projeto forneça um *codec* funcional e uma análise crítica de suas métricas de desempenho e invisibilidade.

1. Introdução

A digitalização dos sistemas de saúde revolucionou a forma como dados clínicos e diagnósticos são geridos, com as imagens médicas sendo um dos pilares dessa transformação. O formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) consolidou-se como

o padrão global para a troca e armazenamento de imagens como radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas (SCHENATTO, s.d.), mantendo sua relevância por mais de três décadas (LAROBINA, s.d.). No entanto, o volume massivo desses arquivos gera desafios significativos em termos de armazenamento e tempo de transmissão, tornando o gerenciamento das informações clínicas ineficiente (RAHMAN et al., 2021).

Adicionalmente, o direito à privacidade e a segurança dos dados se tornaram pautas recorrentes e de extrema importância após escândalos de vazamento em âmbito nacional e internacional (FROIS, 2021). A natureza sensível das informações de pacientes, contendo dados relevantes sobre os titulares, exige cautela por parte dos agentes de tratamento, pois seu processamento pode ocasionar alto risco aos direitos dos titulares (ZAGANELLI, 2022). A arquitetura tradicional do DICOM, que armazena os metadados do paciente em campos separados dos dados de pixel da imagem, cria uma vulnerabilidade, expondo informações confidenciais durante a transmissão ou em bancos de dados.

O presente projeto propõe a implementação e análise de um codec de esteganografia adaptativa para imagens médicas DICOM. Abordará a necessidade de um sistema que não apenas oculte dados de forma segura, mas que também garanta a compressão sem perdas da imagem, uma vez que degradações sutis podem comprometer a precisão do diagnóstico (ZHENG et al., 2025).

O codec a ser desenvolvido utilizará uma arquitetura inovadora de decomposição da imagem em duas modalidades (local e global), que fornece uma base para a compressão de caminho duplo (ZHENG et al., 2025). Durante a etapa de caminho duplo, a esteganografia será aplicada à modalidade local para garantir a segurança do processo de compressão (ZHENG et al., 2025).

A contribuição deste trabalho será a criação de uma ferramenta prática, um codec funcional, que demonstrará a viabilidade de um sistema de compressão e esteganografia em um único fluxo de trabalho. A expectativa é que, por meio de uma análise quantitativa, utilizando métricas como PSNR e SSIM, seja possível provar que o codec atende aos rigorosos padrões de integridade da área de imagens médicas.

2. Identificação do problema

O volume massivo de dados gerados diariamente, especialmente em centros médicos, cria desafios significativos de armazenamento e transmissão (RAHMAN et al., 2021). As grandes quantidades de informações se tornam impraticáveis para serem armazenadas e levam um tempo considerável para serem transmitidas pela internet (RAHMAN et al., 2021). A

natureza sensível das informações de saúde, contendo dados relevantes sobre os pacientes, exige cautela por parte dos agentes de tratamento, pois seu processamento pode ocasionar alto risco aos direitos dos titulares (ZAGANELLI, 2022). O direito à privacidade e a segurança dos dados se tornaram pautas recorrentes após escândalos de vazamento em âmbito nacional e internacional (FROIS, 2021). Portanto, o problema de pesquisa deste trabalho reside na necessidade de um sistema que não apenas reduza o tamanho dessas imagens para um armazenamento e transmissão mais eficientes, mas que também garanta a segurança dos dados contra invasões e uso indevido.

3. Justificativa

A pesquisa se justifica pela sua capacidade de oferecer uma solução prática e inovadora para a gestão de imagens médicas, abordando três fatores críticos. Primeiramente, a eficiência operacional, pois a compressão sem perdas é fundamental para otimizar o armazenamento e a transmissão do grande volume de arquivos DICOM (RAHMAN et al., 2021). Em segundo lugar, a proteção de dados e privacidade, já que a esteganografia oferece uma camada de segurança robusta para dados sensíveis, mitigando os riscos associados a formatos que expõem metadados (ZHENG et al., 2025; FROIS, 2021). Por fim, a relevância técnica e acadêmica, pois o projeto propõe uma abordagem integrada que supera o dilema de métodos convencionais, que tratam compressão e segurança como processos separados (ZHENG et al., 2025).

4. Objetivos gerais e específicos

a. Objetivo Geral

O objetivo é implementar e analisar um codec de esteganografia adaptativa para imagens médicas, que combine compressão sem perdas e proteção de dados, garantindo a integridade diagnóstica e a eficiência operacional.

b. Objetivos Específicos

- i. Desenvolver um método de decomposição de planos de bits que, de forma adaptativa, classifique as informações de uma imagem DICOM em modalidades local e global, com base em sua entropia.
- ii. Implementar uma técnica de esteganografia reversível, como a Expansão do Erro de Predição (PEE), para ocultar dados confidenciais

nos planos de *bits* da modalidade local da imagem, garantindo a invisibilidade e a segurança da informação.

- iii. Projetar um sistema de compressão *lossless* (sem perdas) que combine as modalidades local e global em um único fluxo de dados, otimizando o tamanho do arquivo sem comprometer a qualidade da imagem original.
- iv. Validar a eficácia do codec por meio de uma análise quantitativa, avaliando métricas de desempenho como a taxa de compressão (*bits* por pixel - bpp) e métricas de fidelidade visual, como a Relação Sinal-Ruído de Pico (PSNR) e o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM).

5. Metodologia

Primeiro, será feita uma pesquisa bibliográfica aprofundada para fundamentar o trabalho. Em seguida, será implementado o codec em Python, com o uso de bibliotecas para processamento de imagens DICOM.

A metodologia de implementação seguirá um fluxo de trabalho em duas etapas:

a. Codificação

- i. A imagem médica será carregada e convertida para o formato de 8-16 bits, se necessário.
- ii. O algoritmo de decomposição adaptativa dividirá a imagem em modalidades local e global com base na entropia dos planos de bits.
- iii. Um método de esteganografia reversível será aplicado na modalidade local para ocultar a mensagem secreta, gerando um mapa de localização das alterações.
- iv. As duas modalidades serão comprimidas usando algoritmos de compressão sem perdas e os metadados serão encriptados e anexados para formar um único fluxo de bits.

b. Decodificação

- i. O decodificador receberá o fluxo de bits, descriptografará o cabeçalho para obter os metadados e descompactará as duas modalidades.

- ii. O algoritmo de extração usará o mapa de localização para recuperar a mensagem e, em seguida, restaurará a imagem da modalidade local para sua forma original.
- iii. A imagem final será reconstruída a partir das modalidades global e local e a sua qualidade será avaliada com métricas.

6. Resultados Esperados

Espera-se que o projeto resulte em um codec funcional que seja capaz de codificar e decodificar imagens médicas com segurança e eficiência. As métricas de desempenho e fidelidade (PSNR e SSIM) deverão ser compatíveis ou superiores aos padrões da área, comprovando que o método de esteganografia adaptativa não degrada a qualidade da imagem. A principal contribuição será a demonstração prática de um sistema que resolve a contradição entre a promessa de invisibilidade e a necessidade de alta taxa de compressão para imagens médicas.

7. Cronograma

<Iniciando em agosto>

Atividades	Mês 1	Mês 02	Mês 03	Mês 04
Pesquisa Bibliográfica	X			
Levantamento e Tratamento	X	X		
Implementação do Codec		X	X	
Testes e Análise de Desempenho			X	X
Relatório e Monografia		X	X	X

8. Bibliografia

BHAVE, D. et al. Hospital Database System Using Image Steganography. **International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)**, v. 9, n. 5, p. 101, maio 2021.

FROIS, Rebecca de Araújo. **LGPD: Mecanismos de segurança, da invasão à proteção de dados**. Monografia (Bacharelado em Direito) - Centro Universitário de Brasília, Taguatinga, 2021.

LAROBINA, M. Thirty Years of the DICOM Standard. **Journal of Digital Imaging**, v. 36, p. 145, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2379-139X/9/5/145>. Acesso em: 18 set. 2025.

RAHMAN, M. A. et al. The Impact of State-of-the-Art Techniques for Lossless Still Image Compression. **Electronics**, v. 10, n. 3, p. 360, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/3/360>. Acesso em: 18 set. 2025.

SCHENATTO, Matheus. **Criptografia e esteganografia aplicadas em imagens médicas no padrão DICOM**. [S. l.], s.d. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

ZAGANELLI, M. V.; FILHO, D. L. B. A Lei Geral de Proteção de Dados e suas implicações na saúde: as Avaliações de Impacto no tratamento de dados no âmbito clínico-hospitalar. **Revista de Bioética y Derecho**, n. 54, p. 215-232, 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78380250013>. Acesso em: 18 set. 2025.

ZHENG, P. et al. Joint Lossless Compression and Steganography for Medical Images via Large Language Models. **arXiv**, 3 ago. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2508.01782v1>. Acesso em: 18 set. 2025.

Ilhéus, 18 de setembro de 2025.

Assinatura do discente

Assinatura do orientador