

# 1 Introdução

Tem crescido nos últimos anos em todo o mundo a preocupação com a preservação da saúde com o foco principal no diagnóstico, tratamento e prevenção das diferentes doenças. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS ou WHO pelas siglas World Health Organization) a maior causa de morte no mundo está relacionada com as doenças cardiovasculares (World Health Organization, 2004).

Em 2008 a OMS estimou que 17.3 milhões de pessoas morreram devido a alguma doença cardiovascular, representando 30% de todas as mortes globais. Para 2030 estima-se que esta cifra possa alcançar 23.3 milhões de mortes (WHO, 2011). Na América Latina, a Organização Pan-Americana de Saúde (OPS) estima que esta cifra possa até triplicar nos próximos 20 anos, mas indica também que 80% dos casos destas doenças podem ser prevenidos e controlados com políticas eficazes de saúde pública e com ações de prevenção e detecção oportunas e adequadas (OPS, 2008).

No Brasil, de acordo com o Ministério de Saúde, o cenário não é diferente do resto do mundo, no ano 2005, de um total de 1.006.827 de óbitos, 283.927 (32.2%) foram causados por uma doença no sistema vascular (Ministério da Saúde, 2008), cifra que poderia ter sido maior se fossem levados em conta os óbitos por tumores ou diabetes, que tem seu quadro agravado por doenças vasculares (Holash, et al., 1999).

Enfermidades cardiovasculares incluem entre outras (WHO, 2013):

- Doenças cardíacas coronárias.
- Doenças cerebrovasculares.
- Doenças arteriais periféricas.
- Tromboses venosas profundas e embolia pulmonar.
- Ataques cardíacos e derrames.

As estatísticas apresentadas junto com a descrição das doenças associadas a problemas vasculares mostram a importância de se desenvolverem métodos e ferramentas que ajudem na prevenção, detecção e tratamento destas doenças, oportuna e adequadamente.

Nesse sentido, exames não invasivos como os produzidos por Tomografia Computadorizada (CT, Computerized Tomography) e Ressonância Magnética (MR, Magnetic Resonance) têm grande importância no diagnóstico clínico das doenças cardiovasculares. Estes exames permitem a detecção de anomalias e patologias nos vasos sanguíneos, além de fornecer informação importante para o planejamento cirúrgico e para a avaliação e análise dos tumores (Reuzé, et al., 1993). Muitos dos sistemas computacionais que processam tais imagens são capazes de identificar os órgãos do corpo e produzir seu modelo em 3D, mas possuem limitada capacidade de análise das imagens para o diagnóstico clínico (Seo & Park, 2009).

Usualmente, a identificação dos vasos é realizada visualmente por um especialista num processo subjetivo e lento. Este trabalho pode ser muito facilitado por algoritmos de segmentação capazes de delimitar com acurácia elevada os vasos sanguíneos e modelar a rede vascular.

Na literatura há muitas abordagens para realizar a segmentação dos vasos sanguíneos em imagens médicas bidimensionais, mas quando se trata de segmentar automaticamente redes vasculares, são ainda raras as propostas.

Este trabalho se insere no contexto da metodologia proposta por Dário Oliveira em (Oliveira, 2013) que consiste em fazer o seguimento de estruturas vasculares em exames não invasivos usando um modelo baseado na teoria de grafos associado a técnicas de programação linear. Esta dissertação procura especificamente melhorar o desempenho do segmentador da rede vascular proposto naquele trabalho, através da avaliação de diferentes métodos de otimização aplicados na determinação dos parâmetros do segmentador de modo a modelar com maior precisão a estrutura dos vasos sanguíneos que formam a rede vascular.

## 1.1. Motivação

Ferramentas computacionais para o processamento de imagens médicas são importantes no apoio à decisão de especialistas. Em vista do quadro relacionado a doenças vasculares apresentado na introdução, há grande interesse no desenvolvimento de técnicas de segmentação dos vasos sanguíneos e na modelagem da estrutura da rede vascular de forma automática, e exata.

Uma destas técnicas é a apresentada por Oliveira (Oliveira, 2013) que propõe uma metodologia de segmentação da árvore vascular que depende unicamente da definição de uma semente<sup>1</sup> inicial e de alguns parâmetros morfológicos. Uma das possibilidades de melhoramento daquela proposta reside no aperfeiçoamento do processo de otimização usado para determinar os parâmetros que modelam os cilindros que formam a rede vascular, de forma a acelerar o processo de segmentação e melhorar a acurácia do modelo tridimensional. A versão atual deste segmentador utiliza uma variação dos Algoritmos Genéticos (Evolução Diferencial) para realizar a otimização destes parâmetros, mas seu desempenho nem sempre é adequado e o custo computacional é muito elevado tornando o método lento. Além disso, o desempenho do método de otimização é muito dependente de uma definição apropriada de seus parâmetros.

Nesse sentido, a principal motivação desta pesquisa é a avaliação dos métodos de otimização: Evolução Diferencial, Busca Generalizada de Padrões, Busca Direta de Malha Adaptativa e o Algoritmo Nelder-Mead, com vistas à determinação dos parâmetros que modelam a estrutura do vaso sanguíneo, com a maior exatidão e com o menor custo computacional associado.

## 1.2. Objetivos

### Objetivo Geral

- Avaliar diferentes métodos de otimização para a definição de valores ótimos dos parâmetros para modelagem de estruturas vasculares em imagens de tomografia computadorizada.

---

<sup>1</sup> Entenda-se por semente à definição das coordenadas de um voxel pertencente à rede vascular.

### **Objetivos Específicos**

- Avaliar o desempenho dos seguintes métodos de otimização: Evolução Diferencial, Busca Generalizada de Padrões, Busca Direta de Malha Adaptativa e o Algoritmo Nelder-Mead.
- Propor uma solução que melhore o desempenho da metodologia de segmentação de árvore vascular proposta (Oliveira, 2013).
- Implementar uma biblioteca de código aberto em C++ com todos os métodos de otimização avaliados na pesquisa.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

A dissertação está estruturada em seis capítulos organizados como a seguir:

- Capítulo 2 – Este capítulo introduz os conceitos básicos sobre a representação de vasos sanguíneos em imagens médicas de tomografia computadorizada.
- Capítulo 3 – Neste capítulo se apresenta uma descrição do método de segmentação de árvores vasculares desenvolvida em (Oliveira, 2013).
- Capítulo 4 – Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos do problema de otimização e de seus métodos de solução.
- Capítulo 5 – Este capítulo descreve como os diferentes métodos de otimização e o banco de dados foram implementados; também se apresenta a metodologia que se seguiu para realizar os testes e a avaliação do desempenho dos métodos implementados.
- Capítulo 6 – Aqui são apresentados os resultados obtidos da aplicação dos diferentes métodos de otimização avaliados na pesquisa. Estes resultados estão estruturados e avaliados de acordo a metodologia proposta no capítulo anterior. A análise é basicamente quantitativa, mas inclui alguns resultados visuais dos modelos 3D dos vasos sanguíneos.
- Capítulo 7 – Neste capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho e são propostas futuras pesquisas.