

UNIVERSIDADE FEEVALE

JÉFERSON CRISTIANO FLORES

DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE CALCIFICAÇÃO ARTERIAL
NO CORAÇÃO EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo
2014

JÉFERSON CRISTIANO FLORES

DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE CALCIFICAÇÃO ARTERIAL
NO CORAÇÃO EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação pela
Universidade Feevale

Orientadora: Marta Rosecler Bez

Novo Hamburgo
2014

RESUMO

Uma série de fatores contribui para o desenvolvimento de doenças do coração. Dentre esses fatores está a calcificação arterial, que consiste no acúmulo de cálcio nas artérias e está relacionada ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Assim como a calcificação, diversas outras anomalias são avaliadas em exames por imagens. Dos diferentes tipos de exame baseados em imagens destaca-se a tomografia computadorizada que permite altas taxas de diferenciação de contraste e, assim, um ótimo nível de detalhamento. A análise morfológica efetuada em tomografias computadorizadas para detecção e quantificação da calcificação se baseia na observação visual de especialistas, de modo que o resultado é impreciso e, portanto, variável. Além disso, a similaridade dos pontos de calcificação com a estrutura óssea é um fator complicador na identificação das regiões a serem quantificadas. Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de *software* capaz de detectar os pontos de calcificação arterial do coração em tomografias computadorizadas. Fazendo a análise e mapeamento dos pontos de calcificação de modo automático, o *software* se propõe a tornar o processo mais rápido e menos sujeito à subjetividade intrínseca à análise manual.

Palavras-chave: Informática médica. Calcificação arterial. Processamento Digital de Imagens. Análise morfológica. Tomografia computadorizada.

SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO.....	5
OBJETIVOS.....	8
METODOLOGIA.....	9
CRONOGRAMA.....	11
BIBLIOGRAFIA.....	12

MOTIVAÇÃO

A medicina é um dos principais focos de estudo do Homem. Estudar e compreender o corpo humano em busca de aperfeiçoamento é um objetivo constante na busca pela otimização da longevidade e qualidade de vida. O estudo da nutrição e fatores alimentares, tratamentos preventivos, antibióticos e afins tem apresentado significativos avanços na área.

A medicina moderna é composta por uma série de avanços importantes como a descoberta dos raios X que possibilitou a verificação de fraturas ósseas e cânceres; a aplicação do ultrassom para análise do corpo e terapias diversas; o desenvolvimento da ressonância magnética, utilizada na análise de tecidos do corpo humano; e a tomografia computadorizada, amplamente utilizada na análise de seções do corpo humano (STIMAC, 1994, p. 1). Esses diferentes exames foram possibilitados a partir de tecnologias desenvolvidas com propósitos diversos ou indiretos à área da medicina, embora tenham se consolidado pela sua relevância na compilação de diagnósticos médicos.

É importante observar que, ainda que os exames tenham sido originados com propósitos e aplicações distintas, vários deles relacionam-se ao se basearem na análise visual de órgãos e/ou seções do corpo humano. Esse viés da medicina, aqui chamado de morfologia ou análise morfológica, compreende o conjunto de ações no qual os exames médicos, cujo resultado é uma imagem ou uma série de imagens, são analisados por um especialista com o objetivo de extrair informações para um diagnóstico.

Este trabalho se foca na avaliação inteligente de tomografias computadorizadas (TC). Segundo Stimac (1994, p. 3), a TC, considerada um exame complementar de diagnóstico por imagem, é uma técnica na qual uma determinada região do corpo humano recebe uma grande quantidade de raios X e, a partir dos dados coletados (volume de raios atravessados na região examinada), uma representação visual é gerada. Conforme o mesmo autor, diferentes tecidos têm diferentes taxas de absorção de raios X. Tecidos mais densos ou com elementos mais pesados (como o cálcio) absorvem mais raios, enquanto tecidos menos densos absorvem menos raios. As premissas da diferença de densidade dos tecidos e da variação nas taxas de absorção de radiação compõem o princípio básico da técnica de aplicação de raios X.

O principal benefício da TC em relação à radiografia convencional (raios X) é a possibilidade de analisar seções transversais do corpo humano, visto que o resultado da TC é

uma imagem composta de diversas camadas. Outro aspecto importante é o seu alto nível de contraste que permite a diferenciação de tecidos com variações de contraste tão pequenas quanto 0,5% (STIMAC, 1994, p. 5).

A maior parte dos exames baseados em imagens ainda tem o diagnóstico desenvolvido através da análise visual de um especialista. Ou seja, com as imagens disponíveis impressas ou eletronicamente, o especialista efetua uma avaliação morfológica com base no seu conhecimento e na observação visual. Por ser um processo intuitivo e empírico, pode-se deduzir que análises de um mesmo exame por diferentes especialistas podem apresentar resultados muito distintos. Fatores como pouca experiência, parâmetros defasados ou imprecisão causada pela fadiga contribuem para tornar a análise do especialista muito subjetiva.

Com a evolução da capacidade de processamento de dados dos computadores e a necessidade de se obter diagnósticos mais precisos, alguns projetos têm se focado na análise automática da morfologia em exames por imagens. O objetivo de se utilizar um *software* capaz de verificar e quantificar estruturas em exames específicos é tornar o diagnóstico mais rápido e menos sujeito a erro humano.

Um destes projetos, intitulado “Desenvolvimento de um protótipo de *software* para detecção da camada pericárdio” (KOCHENBORGER, 2013), apresenta um protótipo de *software* capaz de detectar a camada pericárdio do coração, o que permite a separação das áreas interna e externa deste órgão. A partir desta separação, torna-se facilitado o processo de detecção e quantificação de regiões de gordura no coração. Exemplo deste processo é o trabalho “Detecção automática de gordura epicárdica em tomografia computadorizada” (KOEHLER, 2013), que propõe um método de quantificação da gordura epicárdica.

Assim como a quantidade de gordura, diversas outras características e condições são analisadas na avaliação de doenças do coração. Estudos têm ressaltado a relevância do processo de acúmulo de cálcio nas artérias para o desenvolvimento de problemas cardíacos. A calcificação arterial não só é relacionada à presença de doenças cardíacas, como também é considerada um indício do surgimento de problemas futuros, podendo, portanto, ser usada como método preditivo (CHEN; MOE, 2012).

Segundo Demer e Tintut (2008), o acúmulo de cálcio nas artérias reduz a elasticidade aórtica e arterial, causando uma disrupção na hemodinâmica dessas estruturas. Essa disrupção pode resultar em problemas diversos como hipertensão, estenose aórtica (constricção do canal da aorta), hipertrofia cardíaca, isquemia no miocárdio, dentre outros problemas.

De acordo com Chen e Moe (2012), a presença de calcificação nas artérias coronárias aumenta o risco de problemas cardiovasculares a uma taxa acima do previsto por métodos tradicionais. Os autores ainda afirmam que pacientes com doença crônica nos rins tendem a apresentar calcificações arteriais mais severas.

Iribarren et al. (2000) afirmam que é sabido que o acúmulo de cálcio nas artérias coronárias e extra-coronárias pode indicar extensão nas lesões causadas por aterosclerose, além de ser indício de possíveis doenças subclínicas do coração. Entretanto, ainda que diversos estudos tenham demonstrado que a calcificação está relacionada com um aumento no risco de doenças cardiovasculares, não está claro o quanto essa associação é direta e precisa.

Uma das causas para a dificuldade na análise da calcificação é a falta de um meio preciso de se detectar a concentração de cálcio. De acordo com O'Neill e Lomashvili (2010), não existem métodos considerados realmente bons para quantificação de calcificação vascular. Os autores afirmam que tomografias computadorizadas são a única técnica que pode conseguir dados suficientemente aceitáveis para uso na análise da calcificação, muito embora diferentes sistemas de análise e classificação acabem por gerar valores bastante distintos.

Zhu et al. (2012) estabelecem, no âmbito da formação da calcificação vascular, que o processo de calcificação é muito similar ao processo fisiológico de mineralização que ocorre durante o desenvolvimento do esqueleto. Isso evidencia outro aspecto da calcificação: uma vez que o produto da calcificação é um tecido muito similar ao tecido ósseo, a análise por tomografia computadorizada torna-se mais complexa, pois é necessário diferenciar os pontos de calcificação das estruturas ósseas que podem estar presentes na área de captura da tomografia.

Com base no exposto, é possível concluir que a detecção de calcificação arterial no coração tem relevância para os processos de análise e diagnóstico de problemas cardíacos. Além disso, observa-se uma deficiência na precisão dos procedimentos de quantificação de calcificação atuais que se baseiam em análises visuais de especialistas. Sendo assim, este trabalho se foca no desenvolvimento de um protótipo de *software* que visa a automatizar o processo de mapeamento dos pontos de calcificação, conseguindo assim tornar a quantificação mais fidedigna e rápida, bem como dirimir os erros humanos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Desenvolver um protótipo de *software* de detecção automática de pontos de calcificação arterial no coração.

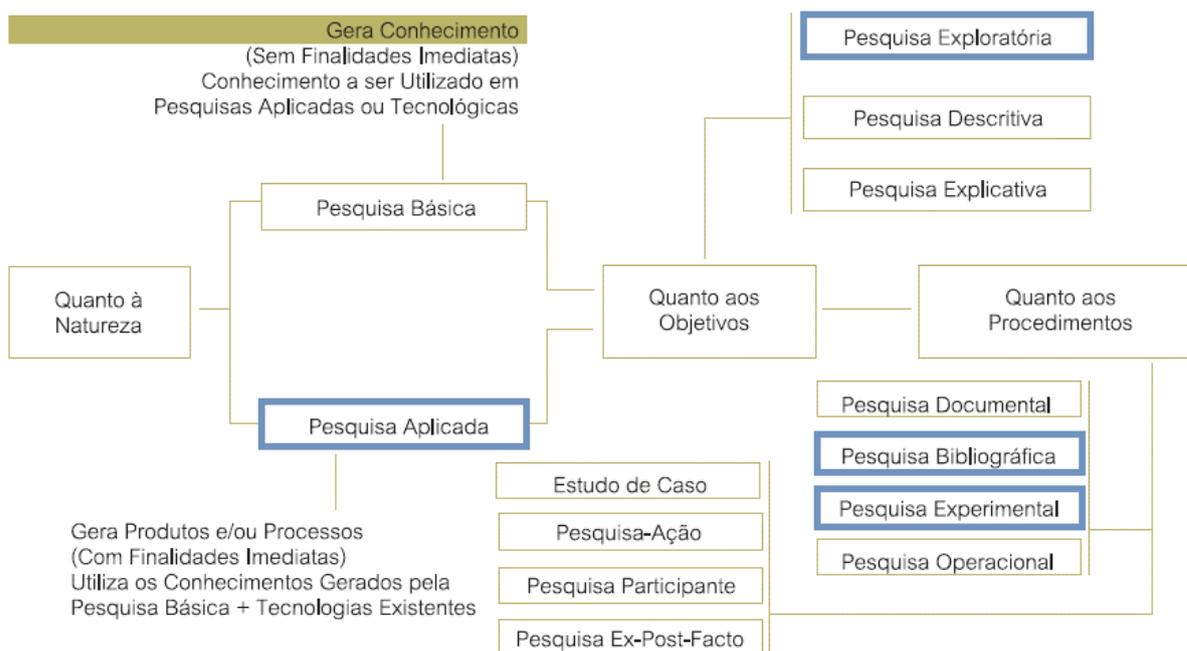
Objetivos específicos

- Estudar o estado-da-arte da detecção de pontos de calcificação nas artérias;
- Explorar técnicas de processamento digital de imagens relacionadas à proposta do presente trabalho;
- Projetar os algoritmos necessários para a detecção dos pontos de calcificação;
- Implementar os algoritmos projetados;
- Validar o método proposto.

METODOLOGIA

A figura a seguir denota os conceitos a serem adotados na metodologia deste trabalho.

Figura 1 - Tipos de pesquisa científica



Fonte: adaptado de Prodanov e Freitas (2013).

O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver um protótipo de *software* para detecção de pontos de calcificação arterial no coração. Por se tratar de um *software* com intuito funcional específico, este trabalho é considerado de natureza aplicada (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto à abordagem, o trabalho se caracteriza como qualitativo, uma vez que a validação será feita com base em comparações entre os resultados obtidos a partir do protótipo e análises providas por especialistas.

Este trabalho buscará uma solução para o problema da imprecisão nos processos de detecção da calcificação arterial existentes. Sendo assim, constitui uma pesquisa exploratória ao apresentar um possível método de melhoria para o processo.

Como base de informação e conhecimento, este trabalho fará uso de livros e artigos científicos relacionados aos objetos de estudo pertinentes ao desenvolvimento do protótipo. Sendo assim, tanto livros e artigos científicos embasando e denotando a motivação médica, quanto materiais teóricos sobre técnicas de processamento digital de imagens serão utilizados,

caracterizando este trabalho como uma pesquisa bibliográfica. Não obstante, pode ser caracterizado como pesquisa experimental, considerando-se que a solução é o desenvolvimento de um protótipo de *software*, o qual não é passível de validação apenas por métodos teóricos (GIL, 2010). Para validação do *software* torna-se necessária a identificação de variáveis que possam influenciar o objeto de estudo, i. e., a solução a ser criada.

Com base na organização e necessidades do processo de desenvolvimento do trabalho, propõe-se:

- Identificação das premissas médicas do problema;
- Aprofundamento bibliográfico nos aspectos de detecção da calcificação;
- Estudo do padrão DICOM de imagens médicas;
- Análise de ferramentas de desenvolvimento;
- Desenvolvimento do protótipo;
- Validação da solução.

CRONOGRAMA

Trabalho de Conclusão I

Etapa	Meses			
	Ago	Set	Out	Nov
Escrita do anteprojeto.	X			
Revisão do anteprojeto.	X	X		
Entrega do anteprojeto.		X		
Pesquisa de técnicas de processamento digital de imagens.		X	X	
Estudo do padrão DICOM de imagens médicas.		X	X	
Estudo do estado-da-arte da detecção de pontos de calcificação arterial.		X	X	
Estudo de trabalhos correlatos.		X	X	X
Definição da técnica a ser proposta.				X
Escrita do TCC I.		X	X	X
Revisão do TCC I.		X	X	X
Entrega do TCC I.				X

Trabalho de Conclusão II

Etapa	Meses			
	Mar	Abr	Mai	Jun
Estudo aprofundado das técnicas a serem aplicadas.	X			
Implementação e testes dos algoritmos básicos necessários à viabilização das técnicas.	X	X		
Especificação detalhada e proposição do método (conjunto de técnicas).		X		
Implementação do método proposto.		X	X	X
Testes parciais.			X	X
Aplicação ao problema para validação do método.			X	X
Escrita do TCC II.	X	X	X	X
Revisão do TCC II.	X	X	X	X
Entrega do TCC II.				X
Apresentação dos resultados à banca avaliadora.				X

BIBLIOGRAFIA

CHEN, Neal X.; MOE, Sharon M. **Vascular Calcification: Pathophysiology and Risk Factors**. NCBI, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3959826/pdf/nihms562810.pdf>>. Acesso em: 19 de agosto de 2014.

DEMER, Linda L.; TINTUT, Yin. **Vascular Calcification: Pathobiology of a Multifaceted Disease**. American Heart Association, 2008. Disponível em: <<http://circ.ahajournals.org/content/117/22/2938.full.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

GIL, Antônio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª edição. Editora Atlas, São Paulo, SP, 2010. 200 p.

IRIBARREN, Carlos et al. **Calcification of the Aortic Arch**. JAMA, 2000. Disponível em: <<http://jama.jamanetwork.com/data/Journals/JAMA/4738/JOC92022.pdf>>. Acesso em: 15 de agosto de 2014.

KOCHENBORGER, Lucas R. **Desenvolvimento de um protótipo de software para detecção da camada pericárdio**. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2013. Disponível em: <http://tconline.feevale.br/tc/files/0002_3435.docx>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

KOEHLER, Fábio L. **Detecção automática de gordura epicárdica em tomografia computadorizada**. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2013. Disponível em: <http://tconline.feevale.br/tc/files/0002_3431.pdf>. Acesso em: 21 de agosto de 2014.

O'NEILL, W. Charles; LOMASHVILI, Koba A. **Recent progress in the treatment of vascular calcification**. NCBI, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3184001/pdf/nihms323160.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª edição. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 5 de agosto de 2014.

STIMAC, Gary K. **Introdução ao diagnóstico por imagens**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, 1994. 467 p.

ZHU, Dongxing et al. **Mechanisms and clinical consequences of vascular calcification**. NCBI, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3412412/pdf/fendo-03-00095.pdf>>. Acesso em: 15 de agosto de 2014.