



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA – UFES

PROPOSTA DE PESQUISA DE DOUTORADO

DADOS DO CANDIDATO																	
Nome do Candidato*:		Edmilson Queiroz dos Santos Filho															
Nacionalidade*:		Brasileiro															
Data de Nascimento:		17/08/1985															
Email*:		eqfilho0@gmail.com				Tel/Cel*:		(85)996528442									
Endereço para Contato*:		Rua Amélia Tartuce Nasser, 521, ap 302, Jardim da Penha															
Cidade*:		Vitória															
Estado*:		Espírito Santo				CEP*:		29060-310									
Curso de Graduação*:		Tecnologia em Mecatrônica Industrial – CEFET CE															
Curso de Mestrado*:		Engenharia de Teleinformática – Universidade Federal do Ceará															
Orientador*:		Patrick Marques Ciarelli															
Coorientador: (se houver)		Evandro Ottoni Teatini Salles															
Linha de Pesquisa* ¹ :		()		PES		()		RCA		(x)		EBP		()		TTI	
Solicita Bolsa de Estudos* ² :		()		Sim		(x)		Não									

* Campos com preenchimento obrigatório.

1 Deverá ser escolhida somente uma única linha de pesquisa.

2 A bolsa de estudos é elegível apenas à doutorandos com dedicação exclusiva ao curso, ou seja, sem vínculo empregatício ou com vínculo empregatício suspenso, de acordo com a disponibilidade das mesmas. A não marcação será assumida como se o candidato não solicita bolsa.

PROJETO
Título do Projeto
Detecção de câncer de pele do tipo melanoma baseando-se em segmentação de padrões de marrom utilizando redes neurais profundas
Resumo (até 150 palavras)
O tipo de câncer mais comum no Brasil é o de pele e corresponde a cerca de 30% de todos os tumores malignos registrados no país. O câncer de pele do tipo melanoma é o mais grave, devido à sua alta possibilidade de provocar metástase. A possibilidade de cura desse tipo de câncer é alta se for detectado em sua fase inicial. A partir disso, propõe-se desenvolver um sistema computacional utilizando redes convolucionais na detecção e auxílio ao diagnóstico precoce do câncer. Uma das possíveis abordagens é criar um aplicativo que possa realizar esse pré-diagnóstico de forma remota e mais ágil em relação aos exames tradicionais. Utilizando-se técnicas de processamento digital de imagens, como segmentação de padrões de marrom, juntamente com técnicas de aprendizado profundo, busca-se detectar a presença de câncer de pele com uma arquitetura de rede neural mais simples que os métodos atuais e com desempenho relevante.
Palavras-chave (até 5 palavras separadas por ponto e vírgula)
Câncer de pele; Redes Profundas; Processamento de Imagens; Texturas
Motivação e Justificativa (até 500 palavras)
O câncer de pele é a neoplasia maligna mais incidente e no Brasil corresponde a cerca de 30% de todos os tumores diagnosticados. A lesão em sua fase mais avançada, e após sua infiltração nas camadas inferiores da pele, torna grande a possibilidade de metástase e a chance de cura é praticamente inexistente. Um dos tipos menos frequentes é o melanoma maligno (MM), com cerca de 1% de todos os diagnósticos de câncer, entretanto, possui o maior índice de mortalidade, representando cerca de 75% das mortes por câncer de pele. Dessa forma, a principal chance de cura é o diagnóstico precoce da

doença. Um fator impeditivo para que esse diagnóstico ocorra em fase inicial é a falta de acesso ao sistema de saúde por parte da população. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2020), a população brasileira necessita de ferramentas de prevenção aplicadas na saúde, pois dos 76,2% (159 milhões de pessoas) dos brasileiros se consultaram com um médico nos 12 meses anteriores à data da pesquisa, apenas 48,2% dessas pessoas procuraram o serviço de saúde devido a doenças ou tratamento, ou seja, não eram por medida de prevenção.

Para diagnosticar o câncer, o paciente deve ser submetido a uma biópsia, que é a única forma de diagnóstico definitivo. Nesse procedimento, toda a lesão, ou pelo menos parte dela, é retirada para ser analisada por um especialista por meio de um microscópio. A análise tem o objetivo de se buscar células cancerosas e, geralmente, deve ser feita por dois ou mais patologistas. Existem alguns exames que servem para detectar e prevenir o câncer de pele, os quais normalmente utilizam lentes de aumento para fotografar a região da lesão com posterior análise de um especialista. A precisão do diagnóstico chega a 97%, evitando cirurgias desnecessárias (INCA, 2020). Entendendo a importância do diagnóstico do câncer de pele em seu estágio precoce, neste projeto é proposto o desenvolvimento de uma metodologia para detecção de câncer de pele do tipo melanoma que combine técnicas de processamento digital de imagens e redes neurais profundas com o intuito de aperfeiçoar as técnicas de diagnósticos já existentes. Assim, a ideia é fornecer um modelo de diagnóstico de câncer de pele que possa diminuir os casos de diagnósticos incorretos e aumentar as chances de o paciente receber um tratamento em tempo hábil (INCA, 2020).

A proposta está relacionada ao desenvolvimento de um sistema que possa ser incorporado em um aplicativo e ser utilizado em unidades básicas de saúde por profissionais que não são especialistas, mas que têm a possibilidade de realizar o encaminhamento do paciente para um dermatologista junto com um pré-diagnóstico realizado atestando que tal paciente é prioritário. Dessa forma, tal sistema poderá ter um grande alcance e utilidade para a população.

Objetivo Geral (até 50 palavras)

O objetivo deste projeto consiste em desenvolver um sistema para diagnóstico de câncer de pele do tipo melanoma por meio de redes neurais profundas e técnicas de processamento de imagens aplicadas a imagens dermatoscópicas.

Objetivos Específicos (até 100 palavras)

- Estudar os conceitos e formas de diagnóstico do melanoma;
- Aplicar técnicas de processamento de imagens, como segmentação de padrões de marrom, nas imagens de pele;
- Aplicar arquiteturas de Redes Neurais Convolucionais para a extração de características com o intuito de auxiliar o reconhecimento de regiões suspeitas de melanoma;
- Avaliar a metodologia proposta por meio de experimentos;
- Analisar os resultados obtidos, entendendo as vantagens e limitações da metodologia de classificação.

Estado da Arte e Contribuições (até 500 palavras)

Pele e Lesões

A pele é o maior órgão do corpo humano e envolve sua superfície, cerca de 15% do peso, e contém grandes variações em sua extensão (BERNADO, 2019). Na parte inferior da pele, encontram-se os melanócitos, os quais produzem a melanina. Com a exposição ao sol, os melanócitos produzem pigmentos, resultando escurecimento epitelial. Grupos de melanócitos formam uma estrutura não cancerosa denominada nevo (MAIA, 2019).

Redes Neurais Profundas

A aprendizagem profunda é baseada em algoritmos que modelam abstrações de dados em alto nível, usando várias camadas de processamento que realizam transformações lineares e não lineares (DILDAR, 2021). Várias arquiteturas de aprendizagem profunda, como Redes Neurais Convolucionais (CNN), têm sido aplicadas em visão computacional, produzindo resultados do estado-da-arte (AHMAD; FARMAN; JAN, 2019). CNNs possuem o processo de extração de características através filtragem da imagem utilizando-se a convolução. A rede aprende quais características são importantes para realizar a tarefa designada (CUNHA, 2020).

Busca-se utilizar CNNs em imagens médicas, especificamente em lesões de peles utilizando a segmentação de padrões baseadas em índices de marrons (*Browning Index-BI*) nos espaços em RGB e $L^*a^*b^*$ utilizando uma transformação quadrática (DORRIS, 2018).

Existem aplicações na agricultura e odontologia que utilizam os BIs para medir o grau relativo da cor (SUBHASHREE, 2017). Estudos preliminares do grupo em que se pretende desenvolver tal sistema apresentaram resultados promissores relacionando os BIs ao diagnóstico de câncer do tipo melanoma,

porém esta técnica ainda foi pouco explorada.

Recentemente, as CNNs têm sido aplicadas com grande sucesso na detecção e segmentação de câncer de pele (BRAZ, 2018). Entretanto, a abordagem mais comum é aplicar diretamente as CNNs nas imagens sem processamento relevante da imagem, exigindo das redes neurais um “esforço extra”. Isso pode ser interpretado como o uso de uma rede mais profunda que demanda uma massa maior de dados de treinamento e esforço computacional. O propósito deste projeto é reduzir esforço e profundidade das redes neurais para realizar a detecção de câncer de pele do tipo melanoma.

Segundo HE (2016), à medida que são adicionadas camadas extras, a rede aprende a função identidade, no entanto, aprender a função identidade é muito difícil com tempo e dados limitados, convergindo muito lentamente, isso é definido como degradação. HE (2016), propôs a ResNet, pois atua de forma a contrastar com as redes regulares passando a entrada diretamente para a saída.

Segmentação de Imagens

Segundo MINAE (2020), vários CNNs têm sido propostas na segmentação de imagens. QIN (2021) afirma que existem dois desafios na segmentação precisa de imagens, sendo o primeiro a existência de características de larga escala, as quais desempenham papel importante na classificação de pixels. Em segundo, existem modelos de segmentação que usam a entropia cruzada, a qual poderá produzir previsões errôneas em caso de perda.

XU (2020), propôs um sistema automatizado para segmentação automática de lesões de pele. A partir de cada lesão da pele, duas imagens foram obtidas, uma em cada duas diferentes modalidades de microscopia. Entretanto, tal abordagem torna-se custosa computacionalmente quando comparada a redes profundas.

Metodologia (até 300 palavras)

Inicialmente, será feita uma revisão bibliográfica em busca de identificar as técnicas de aprendizado profundo mais relevantes e o uso dos BIs. Além disso, serão consultadas bases de dados para avaliação do método proposto identificando os pontos fortes e fracos. Ao longo do desenvolvimento serão publicados pelo menos dois artigos científicos até a etapa de qualificação.

O procedimento metodológico é composto pelas seguintes atividades: uso de conjunto de imagens, pré-processamento das imagens, cálculo dos BIs, aplicação das CNNs e comparação com resultados da literatura.

A primeira etapa consiste em utilizar conjuntos de imagens disponíveis em ambientes públicos como, por exemplo, a base PH² (MENDONÇA et al., 2013) e o ISIC *Challenge Datasets* (ISIC, 2020). Também se espera realizar a construção de uma base de dados rotulada por especialistas com o apoio do Hospital Santa Rita, que possui um convênio com o grupo de pesquisa.

A segunda etapa consiste da avaliação de técnicas de processamento de imagens para realçar as regiões de lesão na pele. Nessa segunda etapa também serão calculados os BIs, os quais serão uma entrada da CNN.

A terceira etapa será a extração de características realizada pela CNN, a qual irá aprender a extrair características relevantes. Esta etapa será seguida pela classificação da imagem em duas classes (câncer e não-câncer), que poderá ser feita pela própria CNN ou outro algoritmo que se mostrar mais interessante.

Por fim, ao longo do desenvolvimento da pesquisa, os resultados obtidos serão comparados com o estado da arte, buscando identificar as vantagens e desvantagens da metodologia proposta e os melhores resultados obtidos serão submetidos para publicação.

Plano de Estudos (até 200 palavras)

Como plano de estudo para a presente proposta de pesquisa, propõe-se o descrito a seguir. Aproveitamento:

PPGETI - UFC	PROCESSOS ESTOCÁSTICOS (CH: 64h)
PPGETI – UFC	PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS (CH: 64h)
PPGETI – UFC	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS (CH: 64h)
PPGETI – UFC	RECONHECIMENTO DE PADRÕES (CH: 64h)
PPGETI – UFC	INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL APLICADA (CH: 64h)
PPGETI – UFC	FILTRAGEM ADAPTATIVA (CH: 64h)
PPGETI – UFC	ESTIMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS (CH: 64h)
PPGETI – UFC	OTIMIZAÇÃO NÃO LINEAR DE SISTEMAS (CH: 64h)

As disciplinas já cursadas anteriormente na Universidade Federal do Ceará (UFC) no Programa de Pós-

Graduação em Engenharia de Teleinformática (PPGETI), apresentam uma alta correspondência com as disciplinas ofertadas pelo PPGEI da UFES conforme pode ser comprovado pelo ementário disponível nas páginas dos respectivos programas. Links dos programas:

PPGETI:

<https://ppgeti.ufes.br/pt/grade-curricular/>

PPGEE:

<https://engenhariaeletrica.ufes.br/pt-br/pos-graduacao/PPGEE/disciplinas>

A cursar:

PGEE-5574	APRENDIZADO DE MÁQUINAS
PGEE-5535	REDES NEURAIS

Com este planejamento espera-se concluir 30 créditos em disciplinas e os 6 créditos restantes serão obtidos na defesa da tese de doutorado.

Macro Atividades e Cronograma (até 300 palavras)

Na tabela abaixo é apresentado o cronograma de atividades a serem desenvolvidas de acordo com a metodologia proposta até a data da qualificação. Nos dois primeiros semestres serão realizadas as disciplinas para a conclusão dos 30 créditos. Ao longo do projeto será realizada a pesquisa bibliográfica. Nos dois primeiros semestres serão estudados e avaliados técnicas de processamento de imagens para realçar as lesões em pele. A partir do segundo semestre serão analisadas e estudadas técnicas de redes profundas, em especial CNN, para a detecção de câncer de pele. No último ano antes da qualificação, serão comparados os resultados obtidos e serão feitas melhorias na proposta. Os melhores resultados serão encaminhados para publicação.

Atividade/Período		2021	2022		2023
Macro Atividades		S2	S1	S2	S1
Disciplinas	Aprendizagem de Máquinas	x			
	Redes Neurais		x		
	Exame de Qualificação				x
Pesquisa	Pesquisa Bibliográfica	x	x	x	x
	Aplicação e avaliação de técnicas de processamento de imagens, como o BIs	x	x		
	Aplicação e avaliação de CNNs		x	x	x
	Melhorias da técnica e comparações com o estado da arte			x	x
Artigos	Publicação			x	x

Ameaças ao Projeto (até 200 palavras)

Dentro do contexto do desenvolvimento do projeto, pode-se afirmar que a indisponibilidade de imagens dermatoscópicas disponíveis e rotuladas representa uma ameaça. Entretanto tal situação poderá ser contornada com utilização de repositórios públicos de imagens. Outra forma de mitigar este problema é a parceria com o Hospital Santa Rita e o seu departamento de oncologia, o qual, em uma conversa inicial, mostrou-se interessado na pesquisa. Outro risco é o custo computacional para executar as redes profundas, o qual poderá ser mitigado utilizando-se a infraestrutura existente no laboratório CISNE do PPGEI para realizar a execução. Com relação a uma futura indisponibilidade do candidato, já foi pactuado junto a sua empresa uma liberação de carga horária conforme os requisitos do presente edital.

Referências Bibliográficas

AHMAD, J.; FARM, H.; JAN, Z. Deep learning methods and applications. In: Deep Learning: Convergence to Big Data Analytics. USA: Now Publishers, 2019. p. 31-42.

BERNARDO, Ana Flávia Cunha *et al.* Pele: Alterações Anatômicas E Fisiológicas Do Nascimento À Maturidade. 2019.

BRAZ, Eliezer Farrant. Detecção de Núcleos em Células Cervicais utilizando Deep Learning. 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas,

2018.

CUNHA, Leonardo Cardoso da. Redes Neurais Convolucionais e Segmentação de Imagens: uma revisão bibliográfica. 2020. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

DILDAR, M.; AKRAM, S.; IRFAN, M.; KHAN, H.U.; RAMZAN, M.; MAHMOOD, A.R.; ALSAIARI, S.A.; SAEED, A.H.M.; ALRADDADI, M.O.; MAHNASHI, M.H. Skin Cancer Detection: A Review Using Deep Learning Techniques. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 5479. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105479>

DORRIS, M. R.; VOSS, D. M.; BOLLOM, M. A.; KRAWIEC-THAYER, M. P.; BOLLING, B. W. Browning Index of Anthocyanin-Rich Fruit Juice Depends on pH and Anthocyanin Loss More Than the Gain of Soluble Polymeric Pigments. *J Food Sci.* 2018 Apr;83(4):911-921. doi: 10.1111/1750-3841.14106. Epub 2018 Mar 25. PMID: 29574726.

INCA. Estimativa 2020: síntese de resultados e comentários. Síntese de resultados e comentários. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/sintese-de-resultados-e-comentarios>. Acesso em: 07 jul. 2021.

International Skin Imaging Collaboration. SIIM-ISIC 2020 Challenge Dataset. International Skin Imaging Collaboration <https://doi.org/10.34970/2020-ds01> (2020).

HE, K.; ZHANG, X.; REN, S.; SUN, J. Sun. Deep Residual Learning for Image Recognition, 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, pp. 770-778, doi: 10.1109/CVPR.2016.90.

MAIA, Lucas Bezerra. Aprendizagem profunda aplicada ao diagnóstico de melanoma. 2019. 86 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

MENDONÇA, Teresa; FERREIRA, Pedro M.; MARQUES, Jorge; MARÇAL, André R. S.; ROZEIRA, Jorge. PH² - A dermoscopic image database for research and benchmarking, 35th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, July 3-7, 2013, Osaka, Japan.

MINAEE, S.; BOYKOV, Y.; PORIKLI, F.; PLAZA, A.; KEHTARNAVAZ, N.; TERZOPOULOS, D. Image segmentation using deep learning: A survey. *arXiv preprint arXiv:2001.05566*, 2020.

Pesquisa Nacional de Saúde (PNS): 2019 : informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde : Brasil, grandes regiões e unidades da federação / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

QIN, X.; FAN, D.; HUANG, C.; DIAGNE, C.; ZHANG, Z.; SANT'ANNA, A.C.; SUÁREZ, A.; JÄGERSAND, M.; SHAO, L. Boundary-Aware Segmentation Network for Mobile and Web Applications. *ArXiv abs/2101.04704*, 2021.

SUBHASHREE, S. N.; SUNOJ, S; XUE, J.; BORA, G. C. Quantification of browning in apples using colour and textural features by image analysis, *Food Quality and Safety*, Volume 1, Issue 3, September 2017, Pages 221–226, <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx021>

XU, Zhiying *et al.* Computer-aided diagnosis of skin cancer based on soft computing techniques. *Open Medicine*, vol. 15, no. 1, 2020, pp. 860-871. <https://doi.org/10.1515/med-2020-0131>

Declaro ciência que:

- 1) Como candidato ao curso de Doutorado PPGEE/Ufes, declaro ciência da documentação exigida no item 4.8 do Edital n. 1 de 2 de março de 2020 - Processo Seletivo 2020 - Doutorado em Engenharia Elétrica - Ufes, e que a falta de qualquer um destes documentos implicará na desclassificação da presente candidatura;

- 2) Como candidato ao curso de Doutorado, devo solicitar a dois de meus professores que preencham a carta de recomendação (Anexo do referido edital), que serão juntadas a este projeto e aos demais documentos apresentados, constituindo o dossiê do candidato;

Obs.: As cartas de recomendação devem ser remetidas digitalmente pelos recomendantes e não pelo candidato. Cartas entregues pelo candidato serão desconsideradas.

- 3) Toda a documentação deve estar, exclusivamente, no formato digital, por anexos em formato pdf, enviada por *e-mail* para o endereço ppgee@ele.ufes.br com cópia para a secretária do PPGEE aline.amaral@ufes.br : com assunto “Inscrição Doutorado 2020” até às 17 horas (Horário de Brasília) de acordo com as datas limites constantes na Tabela 4 do Edital n. 1 de 2 de Março de 2020 - Processo Seletivo 2020 - Doutorado em Engenharia Elétrica – Ufes, respeitando-se o limite de vagas conforme estipulado no item 2.1 do referido edital.

E-mail: ppgee@ele.ufes.br

Endereço eletrônico: www.ele.ufes.br

Declaro ainda que, ao realizar esta inscrição, submeto-me aos termos do edital de Seleção e também ao Regulamento Específico do PPGEE, às Resoluções anexas e às normas gerais de Pós-Graduação da UFES, disponíveis em:

http://www.ele.ufes.br/sites/engenhariaeletrica.ufes.br/files/field/anexo/novo_regimento_interno_do_ppgee_29-11-2019.pdf

Vitória, 27 de julho de 2021.

Candidato

Orientador