

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ

PRPI

PROJETO DE PESQUISA

PIBITI 2023 - (EDITAL Nº 9/2023 PRPI/REITORIA-IFCE)

UNIDADE PROPONENTE

Campus:  
FORTALEZA

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto:  
Desenvolvimento de Interface Web para Estimação de Gordura Corporal: Um Comparativo de Modelos de Deep Learning Utilizando Fotografias como Ferramenta de Análise para Profissionais de Saúde

Grande Área de Conhecimento: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA      Área de Conhecimento: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Período de Execução:  
Início: 01/09/2023 | Término: 30/08/2024

Nome do Responsável (Coordenador): Pedro Pedrosa Reboucas Filho	Titulação: DOUTORADO	Matrícula: 2726212	Vínculo: Voluntário
Departamento de Lotação: DEIND-FOR	Telefone: (85) 99980-8024, (85) 99980-8024 / (85) 3307-3603 (ramal: 3603)	E-mail: pedrosarf@ifce.edu.br	

EQUIPE PARTICIPANTE

Professores e/ou Técnicos Administrativos do IFCE

Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Pedro Pedrosa Reboucas Filho	Tel.: (85) 99980-8024, (85) 99980-8024 / (85) 3307-3603 (ramal: 3603)	Voluntário	DOUTORADO
Matrícula: 2726212	E-mail: pedrosarf@ifce.edu.br		

Estudantes do IFCE

Membro	Contatos	Vínculo	Curso
Nome: Thiago Ferreira Portela	Tel.: -	Bolsista	BACHARELADO EM ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES
Matrícula: 20181015030468	E-mail: thiago.ferreira.portela07@aluno.ifce.edu.br		

# DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

## Resumo

A obesidade é uma condição médica complexa que afeta uma grande parte da população mundial. A sua presença está correlacionada com diabetes, doenças cardiovasculares, apneia do sono, doenças respiratórias, câncer e problemas musculoesqueléticos, entre outros. A identificação adequada da obesidade e suas complicações são fundamentais para prevenir doenças crônicas e melhorar a qualidade de vida dos indivíduos. A avaliação da obesidade e doenças relacionadas, é necessário realizar exames para estimar métricas nutricionais, tais como a porcentagem de gordura corporal e a avaliação nutricional. Atualmente, o exame de absorciometria de raios-X é o método mais preciso para estimar o percentual de gordura corporal, porém é limitado devido à escassez de equipamentos nas clínicas e ao alto custo, o que dificulta o acesso da maioria da população. Isso torna a DXA uma ferramenta amplamente disponível para o diagnóstico e monitoramento da obesidade. Frente a essa questão, este projeto propõe o desenvolvimento de modelos de Aprendizado Profundo que utilizam Convolutional Neural Networks (CNNs) para estimar o percentual de gordura corporal a partir de fotografias. A aplicação de técnicas de Aprendizado Profundo tem apresentado progresso notável em diversas áreas, incluindo o processamento de imagens. A extração de características importantes das imagens corporais para estimar com precisão e de forma não invasiva o percentual de gordura corporal é um diagnóstico e tratamento da obesidade e doenças correlatas. Este estudo contribui para a revisão científica e avanço do conhecimento na área, exploradas e aspectos de melhoria. Os resultados podem fornecer subsídios para uma futura proposta de abordagem que ajude a identificar indivíduos em risco e fornecer intervenções mais eficazes e personalizadas.

## Introdução

Atualmente, uma das principais preocupações em relação à nutrição é o problema do sobrepeso e da obesidade, que ocorrem quando há um excesso de peso. Ambos podem representar um grave risco para a saúde. Essa condição é um fator de risco significativo para várias doenças crônicas, tais como diabetes, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, câncer e problemas musculoesqueléticos, entre outros [1]. Devido aos seus efeitos nocivos à saúde em nível global, a condição da obesidade tem despertado grande preocupação. É fundamental para prevenir e tratar a obesidade, a fim de reduzir a incidência dessas doenças crônicas e promover um estilo de vida saudável [2].

Conforme dados divulgados pela Organização Mundial de Saúde [3], Desde 1975, a prevalência da obesidade vem aumentando rapidamente. As estimativas, em 2016, havia aproximadamente 1,9 bilhão de adultos com 18 anos ou mais que estavam com excesso de peso, dos quais cerca de 650 milhões eram obesos. Além disso, cerca de 340 milhões de crianças e adolescentes com idades entre 5 e 19 anos apresentavam sobrepeso ou obesidade. É preocupante notar que a maior parte da população global vive em países onde a obesidade e o sobrepeso são responsáveis por uma grande proporção das doenças crônicas. Isso destaca a necessidade urgente de combater esta epidemia mundial e adotar medidas eficazes de prevenção e tratamento da obesidade [4].

O exame de DXA, que utiliza a técnica de dupla emissão de raios X, é amplamente reconhecido como um dos métodos automatizados para a estimativa da composição corporal. Uma das características distintivas deste exame é a sua capacidade de avaliar o percentual de gordura corporal e fornecer valores específicos para a massa óssea e massa muscular. É amplamente utilizado como procedimento de referência para estimar a composição corporal, incluindo a gordura corporal [6, 7], o que é especialmente útil em contextos clínicos e de pesquisa. No entanto, a DXA não é amplamente acessível em todas as regiões, especialmente em áreas com menos recursos, o que limita o acesso a este método de diagnóstico. Portanto, é necessário desenvolver métodos alternativos para a estimativa da composição corporal, especialmente em contextos onde a DXA não é acessível e apresenta um custo elevado.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é investigar e desenvolver um Sistema WEB que utiliza técnicas de aprendizado de máquina para a estimativa da composição corporal. O sistema propõe o uso de um método eficaz de regressão do percentual de gordura corporal a partir de imagens de indivíduos. Através de uma revisão da literatura, foi identificado que a DXA é o método mais preciso para a estimativa da composição corporal, mas não é amplamente acessível em todas as regiões. Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um método acessível para a estimativa de DXA, almejamos contribuir para o benefício da população em geral e dos profissionais de saúde.

## Justificativa

A obesidade é uma questão de saúde global preocupante, que está associada a um alto risco de diversas doenças, incluindo as doenças crônicas não transmissíveis. Entre as doenças associadas à obesidade, destacam-se as doenças respiratórias [9], doenças musculoesqueléticas [10], distúrbios metabólicos [11, 12], complicações hepáticas [13] e complicações cardiovasculares [14]. No contexto em questão, é crucial que o diagnóstico e o tratamento sejam feitos o mais cedo possível, com o objetivo de prevenir complicações e melhorar a qualidade de vida do paciente [2].

A identificação da obesidade por um profissional de saúde qualificado é o primeiro passo no tratamento da condição. Existem diversos métodos para a identificação da obesidade, incluindo a medição do Índice de Massa Corporal (IMC) [15] [16] [17], dentre eles o mais preciso é o de dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) [2]. Contudo, essa técnica não é amplamente acessível em todas as regiões, especialmente em áreas com menos recursos, o que limita o acesso a este método de diagnóstico. Portanto, é necessário desenvolver métodos alternativos para a estimativa da composição corporal, especialmente em contextos onde a DXA não é acessível e apresenta um custo elevado.

A prevalência da obesidade aumentou drasticamente em todo o mundo desde 1975, conforme relatado pela Organização Mundial de Saúde [3]. Em 2016, havia aproximadamente 1,9 bilhão de adultos com 18 anos ou mais com sobrepeso, com mais de 650 milhões deles sendo obesos. Além disso, mais de 340 milhões de crianças e adolescentes com idades entre 5 e 19 anos estavam com sobrepeso ou obesos. Em muitos países, doenças relacionadas ao sobrepeso e à obesidade causam mais de 10 milhões de mortes por ano. A obesidade está associada a um risco maior de doenças crônicas, incluindo câncer, doenças cardiovasculares e diabetes.

Portanto, é comum que uma grande parcela dos brasileiros não consiga obter uma alimentação adequada e cuidados médicos adequados. A DXA são muito caras e, conseqüentemente, inacessíveis para a maioria da população. Com o objetivo de promover a democratização do acesso a exames de diagnóstico e tratamento da obesidade, este estudo propõe o desenvolvimento de um sistema WEB que utilize técnicas de aprendizado de máquina para a estimativa da composição corporal. O sistema propõe o uso de um método eficaz de regressão do percentual de gordura corporal a partir de imagens de indivíduos. Através de uma revisão da literatura, foi identificado que a DXA é o método mais preciso para a estimativa da composição corporal, mas não é amplamente acessível em todas as regiões, especialmente em áreas com menos recursos, o que limita o acesso a este método de diagnóstico. Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um método acessível para a estimativa de DXA, almejamos contribuir para o benefício da população em geral e dos profissionais de saúde.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema WEB acessível, ágil e eficiente baseado em Deep Learning para a estimativa da composição corporal a partir de fotografias. Com a criação desse sistema, esperamos contribuir para futuras aplicações de baixo custo que possam democratizar o acesso a exames de diagnóstico e tratamento da obesidade. O sistema propõe o uso de um método eficaz de regressão do percentual de gordura corporal a partir de imagens de indivíduos. Através de uma revisão da literatura, foi identificado que a DXA é o método mais preciso para a estimativa da composição corporal, mas não é amplamente acessível em todas as regiões, especialmente em áreas com menos recursos, o que limita o acesso a este método de diagnóstico. Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um método acessível para a estimativa de DXA, almejamos contribuir para o benefício da população em geral e dos profissionais de saúde.

## Fundamentação Teórica

O estudo e desenvolvimento de modelos de Aprendizado Profundo utilizando Convolutional Neural Networks (CNNs) para estimar o estado nutricional de um indivíduo através de fotografias do corpo é um tópico que engloba conceitos cruciais nas áreas da ciência considerada de grande importância para a compreensão do estado físico e nutricional de uma pessoa. Em [18], Ina Vernikouskaya na detecção de percentual de gordura corporal.

O Aprendizado Profundo é uma técnica de Machine Learning que emprega redes neurais profundas para aprender e representar. Redes Neurais Convolucionais (CNNs) são um tipo de rede neural profunda que foi especialmente desenvolvido para processar imagens, sendo extensivamente aplicado em tarefas de visão computacional, como reconhecimento de objetos e análise de imagens médicas.[19]

A avaliação do percentual de gordura corporal é crucial para avaliar a saúde e o estado nutricional de um indivíduo. Embora existam métodos corporais, como a bioimpedância e a densitometria óssea, elas podem ser invasivas ou custosas. No entanto, uma alternativa não-invasiva de técnicas de Aprendizado Profundo, como as CNNs, que permitem estimar o percentual de gordura corporal a partir de fotografias.

Diversos trabalhos presentes na literatura utilizam Redes Neurais Convolucionais (CNNs), apresentando resultados que confirmam a eficácia no diagnóstico de doenças, e para estimativa de postura humana. Alguns desses trabalhos têm como objetivo destacar métodos mais precisos. Já os métodos iniciais são semi-automáticos e requerem uma grande quantidade de informações definidas por um especialista. A

tempo de medição que impossibilitava o uso desses métodos no ambiente clínico.

Sendo assim, promovemos a criação desse sistema web baseado em Aprendizado Profundo, com o objetivo principal de democratizar o acesso. Como meio dessa iniciativa, buscamos disponibilizar uma ferramenta acessível, ágil e eficiente para estimar a obesidade a partir de fotografias. Com a tecnologia, estaremos contribuindo para a detecção precoce da obesidade e facilitando intervenções e tratamentos adequados. Com a disponibilidade desse sistema web permitirá que tanto a população em geral quanto os profissionais de saúde, como médicos, nutrólogos, um método confiável e acessível para o diagnóstico e monitoramento da obesidade.

## Objetivo Geral

O objetivo do desenvolvimento deste sistema com interface WEB para estimar o percentual de gordura corporal a partir de fotos e o desenvolvimento estará de acordo com critérios metodológicos científicos.

De modo mais específico, a proposta tem os seguintes objetivos:

- Analisar algoritmos para percentual de gordura presentes na literatura;
- Realizar uma busca de bases de dados pertinentes para o problema;
- Aplicar os métodos baseados em Deep Learning na base de dados escolhida, e selecionar o melhor método conforme métricas de desempenho;
- Realizar o desenvolvimento de uma aplicação web utilizando o melhor modelo de estimação de gordura corporal

## Metas

- 1 - Estudo sobre conceitos básicos em Deep Learning e imagens
- 2 - Levantamento bibliográfico
- 3 - Preparação do Ambiente.
- 4 - Comparação dos resultados e ajustes.
- 5 - Implementação do Sistema Web
- 6 - Escrita de relatório final

## Metodologia da Execução do Projeto

A base de dados que será usada faz parte do projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, sob o número de protocolo 3593367, e todos os participantes concordaram com a coleta de dados para fins de pesquisa. Os dados foram coletados por alunos de pós-graduação do Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais do Instituto de Nutrição de Janeiro. Um profissional com certificação nível 2 da ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) realizou as medições das circunferências foram medidas de acordo com o protocolo definido pela ISAK. A DMO do corpo inteiro foi obtida usando um equipamento de ultrassom.

Durante a análise dos dados, serão usadas técnicas avançadas de processamento de imagem para extrair informações relevantes. As técnicas incluem pré-processamento de imagens, detecção de contornos, segmentação e extração de características para estimativa detalhada ajudará a obter uma compreensão mais abrangente do problema em questão e a encontrar soluções eficazes.

Posteriormente, realizaremos treinamentos iterativos de diferentes modelos de Aprendizado Profundo, utilizando várias arquiteturas e estratégias de aprendizagem, como transfer learning e data augmentation. Avaliaremos o desempenho e a precisão dos modelos usando métricas como erro quadrático médio (RMSE), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), erro médio absoluto (MAE), erro percentual absoluto (MAPE) e erro médio relativo (MRE). Os dados serão divididos em conjuntos de treinamento, validação e teste para assegurar a robustez das análises.

Ao finalizar a análise, realizaremos uma comparação das diversas arquiteturas de redes neurais convolucionais (CNNs) utilizadas para avaliar o desempenho na estimativa do percentual de gordura corporal a partir das imagens analisadas. Em seguida, avançaremos para o desenvolvimento do sistema para estimar a composição corporal a partir de imagens. Esse sistema estará disponível para o público em geral, incluindo profissionais de saúde e enfermeiros.

O sistema permitirá que os usuários insiram as imagens dos indivíduos e apresentará os resultados após a aplicação do método proposto, atendendo às necessidades tanto da população em geral quanto dos profissionais da saúde, fornecendo informações valiosas para avaliar a saúde.

Acompanhamento e Avaliação do Projeto

O acompanhamento do bolsista será feito semanalmente por meio de reuniões e relatórios técnicos, abordando o progresso da pesquisa durante o período. Além disso, foi desenvolvido um cronograma para facilitar o acompanhamento da pesquisa e assegurar o cumprimento das atividades em ordem cronológica na coluna de atividades e a duração estimada de cada etapa do projeto nos meses correspondentes.

De acordo com o cronograma apresentado na Tabela 1.

Atividades	Bolsista					
	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Estudo sobre conceitos básicos em Deep Learning e imagens	X	X				
Levantamento bibliográfico		X	X	X		
Preparação do Ambiente.			X	X	X	
Comparação dos resultados e ajustes.					X	X
Implementação do Sistema Web					X	X
Escrita de relatório final						

Disseminação dos Resultados

Com a proposta deste sistema WEB inteligente, espera-se apresentar e disponibilizar o método de Deep Learning para direcionar a estimativa rápida e eficiente do percentual de gordura corporal a partir de imagens corporais. Serão fornecidos gráficos e tabelas comparando as arquiteturas e técnicas de pré-processamento e desempenho da aplicação, além de informações sobre o conjunto de dados utilizado. Este trabalho é valioso para profissionais de saúde e para a comunidade em geral. Ao possibilitar um acompanhamento preciso e de qualidade do tratamento de saúde, promovendo, assim, a democratização do acesso a esse serviço essencial. Isso permite que um tratamento de qualidade, independentemente de sua condição socioeconômica, geográfica ou cultural.

O objetivo da implementação da técnica de Deep Learning é apresentar os resultados obtidos com a implementação do modelo e o ambiente web, a fim de enfrentar o desafio de estimar o percentual de gordura corporal a partir de imagens corporais. O desenvolvimento é relevante, pois propõe uma comparação de diferentes arquiteturas, fornecendo subsídios valiosos para futuras pesquisas nesse campo da saúde, permitindo que mais pessoas tenham acesso a um serviço de qualidade.

Dentre as contribuições do trabalho proposto podemos citar:

- Elaboração de um produto tecnológico capaz de incorporar a solução de análise de exames, auxílio ao diagnóstico médico;
- Realizar comparativo do desempenho da aplicação realizada neste projeto, elencando as vantagens e desvantagens da proposta;
- Desenvolvimento de mão de obra especializada nessa área;
- A solução desenvolvida será depositada como patente ou registro de software dada a sua inovação;
- Por fim, espera-se aumentar a produção intelectual em periódicos acadêmicos e conferências internacionais.

O objetivo é contribuir em futuros trabalhos com algoritmos e estratégias que permitam encontrar soluções de alta qualidade a partir de imagens. Com o uso de técnicas de Deep Learning, espera-se que o Sistema WEB apresentado possa ser uma ferramenta precisa para a estimativa do percentual de gordura corporal a partir de imagens corporais;

Assim, espera-se que esta pesquisa contribua para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficazes na estimativa do percentual de gordura corporal, por meio do uso de técnicas de Deep Learning.

## Referências Bibliográficas

- 1 BAGCHI, D.; PREUSS, H. G. Obesity: Epidemiology, pathophysiology, and prevention. 2nd. ed. [S.l.]: Taylor & Francis, 2012. Citado na página 5.
- 2 World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. [S.l.], 2000. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.
- 3 World Health Organization. Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Citado nas páginas 5 e 7.
- 4 COGILL, B. Anthropometric indicators measurement guide. Food and Nutrition Technical Assistance Project, January 2003. Citado na página 5.
- 5 HEYMSFIELD, S. et al. Body composition. [S.l.]: Henry Stewart Talks, 2009. Citado na página 5.
- 6 GUERRA, R. et al. Accuracy of Siri and Brozek equations in the percent body fat estimation in older adults. The journal of nutrition, 2010. <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0112-z>. Citado na página 5.
- 7 HAAPALA, I. et al. Anthropometry, bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of body composition and functional imaging, Wiley Online Library, v. 22, n. 6, p. 383–391, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097X.2002.00447.x>. Citado na página 5.
- 8 PI-SUNYER, X. The medical risks of obesity. Postgraduate medicine, Taylor & Francis, v. 121, n. 6, p. 21–33, 2009. Citado na página 5.
- 9 COLLABORATORS, G. . O. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. New England journal of medicine, 2017. Citado na página 7.
- 10 STÜRMER, T.; GÜNTHER, K.-P.; BRENNER, H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the ulm osteoarthritis study. Osteoarthritis and cartilage, 2000. Citado na página 7.
- 11 SALTIEL, A. R.; OLEFSKY, J. M. et al. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. The Journal of clinical investigation, 2017. Citado na página 7.
- 12 LAUBY-SECRETAN, B. et al. Body fatness and cancer—viewpoint of the IARC working group. New England journal of medicine, 2014. Citado na página 7.
- 13 YKI-JÄRVINEN, H. Non-alcoholic fatty liver disease as a cause and a consequence of metabolic syndrome. The lancet Diabetes & endocrinology, 2014. Citado na página 7.
- 14 CATALANO, P. M.; SHANKAR, K. Obesity and pregnancy: mechanisms of short term and long term adverse consequences for the mother and fetus. BMJ Publishing Group, v. 356, 2017. Citado na página 7.
- 15 SUNG, R. et al. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. Archives of disease in childhood, BMJ Publishing Group, 2014. Citado na página 7.
- 16 MARTIN, A. et al. Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. International journal of obesity, 2002. Citado na página 7.
- 17 FIELDS, D. A.; GORAN, M. I.; MCCRORY, M. A. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults. Nutrition, Oxford University Press, v. 75, n. 3, p. 453–467, 2002. Citado na página 7.
- 18 VERNIKOUSKAYA, I. et al. Body fat compartment determination by encoder–decoder convolutional neural network: application to atherosclerosis. Scientific reports, Nature Publishing Group UK London, v. 12, n. 1, p. 5513, 2022. Citado na página 9.

19 LIU, Y.; PU, H.; SUN, D.-W. Efficient extraction of deep image features using convolutional neural network (cnn) for applications matrices. Trends in Food Science & Technology, Elsevier, v. 113, p. 193–204, 2021. Citado na página 9.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Meta Atividade Especificação			Indicador(es) Qualitativo(s)	Indicador Físico Unid.de Medida	Período de Execução	
				Qtd.	Início	Término
1	1	Estudo sobre conceitos básicos em Deep Learning e imagens.	Relatório técnico sobre os métodos clássicos e os mais adequados para o tema em estudo.		01/09/2023	30/11/2023
2	1	Levantamento bibliográfico sobre o tema.	Revisão Bibliográfica sobre o tema do projeto.		01/12/2023	30/01/2024
3	1	Coleta e análise dos dados.	Base de dados ajustada, limpa e organizada para a etapa de treinamento, teste e avaliação dos métodos promissores para o desenvolvimento do projeto.		01/02/2024	30/03/2024
4	1	Comparação dos resultados e ajustes.	Relatório técnico com avaliação de cada método proposto, bem como avaliação analítica dos resultados obtidos.		01/04/2024	30/05/2024
5	1	Escrita de artigo científico	Artigo em formato adequado para publicação em local adequado. Publicação científica.		01/05/2024	30/08/2024
6	1	Escrita de relatório final	Relatório final seguindo os moldes solicitados pela PRPI.		01/08/2024	30/08/2024

PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da Despesa	Especificação	PROPI (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus Proponente (R\$)	Total (R\$)
TOTAIS		0	0	0	0

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
TOTAL GERAL					-