

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ

PRPI

PROJETO DE PESQUISA

PIBIC 2023 - (EDITAL Nº 7/2023 PRPI/REITORIA-IFCE)

UNIDADE PROPONENTE

Campus:  
FORTALEZA

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto:  
Comparativo de modelos de Deep Learning para estimação de gordura corporal a partir de fotografias

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 Matrícula: 2726212	Tel.: (85) 99980-8024, (85) 99980-8024 / (85) 3307-3603 (ramal: 3603) E-mail: pedrosarf@ifce.edu.br		Voluntário DOUTORADO

Estudantes do IFCE

Membro	Contatos	Vínculo	Curso
Nome: Pedro Cavalcante de Sousa Junior Matrícula: 20202015020400	Tel.: - E-mail: pedro.cavalcante.sousa07@aluno.ifce.edu.br	Bolsista	BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

# DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

## Resumo

A obesidade é uma condição médica multifatorial que afeta uma parcela significativa da população mundial. A presença dessa condição está correlacionada a uma ampla diversidade de doenças, como diabetes, doenças cardiovasculares, apnéia do sono, doenças reumáticas, câncer e problemas musculoesqueléticos, entre outros. A identificação precoce e o tratamento adequado da obesidade e suas complicações são essenciais para prevenir doenças crônicas e melhorar a qualidade de vida dos indivíduos afetados. No diagnóstico e tratamento da obesidade e problemas correlatos, são necessários exames para estimar métricas nutricionais, como a porcentagem de gordura corporal e o Índice de Massa Corporal

(IMC) e a avaliação nutricional. Atualmente, o método mais preciso para estimar o percentual de gordura corporal é o exame de densitometria por dupla emissão de raios-X. No entanto, esse exame é de difícil acesso para a maioria da população, devido à escassez de equipamentos nas clínicas e ao alto custo. Isso limita a aplicabilidade desse método como uma ferramenta amplamente disponível para o diagnóstico e monitoramento da obesidade. Diante dessa problemática, este projeto propõe o estudo e desenvolvimento de modelos de Aprendizado Profundo utilizando Convolutional Neural Networks (CNNs) para estimar o percentual de gordura corporal a partir de fotografias do corpo do indivíduo. Técnicas de Aprendizado Profundo tem demonstrado um avanço significativo em várias áreas, incluindo o processamento de imagens médicas. A aplicação de CNNs nesse contexto possibilita a extração de características relevantes das imagens corporais, permitindo uma estimativa precisa do percentual de gordura corporal de forma não invasiva e de baixo custo. Espera-se que este estudo contribua para a revisão científica e avanço do conhecimento na área, mas também para a identificação de abordagens ainda não exploradas de melhoria. Com os resultados obtidos, será possível fornecer subsídios para uma futura proposta de abordagem que venha a auxiliar profissionais de saúde no diagnóstico e tratamento da obesidade e doenças correlatas, facilitando a monitorização do estado nutricional dos indivíduos e possibilitando intervenções mais eficazes e personalizadas.

## Introdução

Uma das preocupações nutricionais mais recentes é a obesidade e o sobrepeso, que consistem no acúmulo excessivo de gordura corporal. Ambas representam um perigo para a saúde, uma vez que se configura como um fator de risco significativo e contribui para várias condições crônicas, como diabetes, câncer e doenças cardiovasculares [1]. Essa condição tem despertado grande atenção devido aos seus impactos na saúde global. Uma abordagem adequada e efetiva para prevenir e tratar a obesidade é de extrema importância para reduzir a incidência dessas doenças crônicas e promover um estilo de vida saudável [2].

Conforme dados divulgados pela Organização Mundial de Saúde [3], a prevalência da obesidade tem apresentado um aumento significativo em escala global desde 1975. Estima-se que, em 2016, cerca de 1,9 bilhão de indivíduos adultos com 18 anos ou mais estavam com sobrepeso, dos quais mais de 650 milhões eram considerados obesos. Além disso, aproximadamente 340 milhões de crianças e adolescentes com 5 e 19 anos apresentavam sobrepeso ou obesidade nesse mesmo período [3]. É alarmante constatar que a maioria da população residente em países onde a obesidade e o sobrepeso causam mais óbitos do que a baixa massa corporal. Esses dados ressaltam a necessidade de se combater essa epidemia global e implementar medidas efetivas de prevenção e tratamento da obesidade [3].

O exame de densitometria por dupla emissão de raios X(DXA) é reconhecido como um dos métodos automáticos mais eficientes para a estimativa de gordura corporal [4]. Uma característica distintiva do exame de DXA é a sua capacidade de avaliar o percentual de gordura corporal e fornecer valores específicos para ambos os sexos [5]. Embora o DXA seja frequentemente utilizado como procedimento padrão de referência para estimar a composição corporal, incluindo a gordura corporal [6, 7], esse método é escasso em algumas clínicas, especialmente em principais cidades, e apresenta um custo elevado.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo realizar a investigação e desenvolvimento de técnicas de aprendizado de máquina utilizando Deep Learning com o intuito de comparar métodos e combinações para estimativa do percentual de gordura corporal a partir de imagens de indivíduos. Dessa forma, almejamos contribuir por meio de uma

(i) revisão bibliográfica abrangente, (ii) análise e (iii) comparação de métodos acessíveis para a estimativa de DXA que poderão beneficiar a população em geral quanto os profissionais da área da saúde.

## Justificativa

A obesidade é um grave problema de saúde em nível global, associado a um alto risco de várias doenças, tais como doenças cardiovasculares [8], diabetes tipo 2 [8], doenças respiratórias [9], doenças musculoesqueléticas [10], distúrbios metabólicos [11, 12], complicações durante a gravidez [13] e complicações durante a gravidez. Diante desse cenário, é de suma importância que o diagnóstico e tratamento sejam realizados precocemente para evitar possíveis complicações e melhorar a qualidade de vida do indivíduo[2].

A primeira etapa para o tratamento da obesidade é o diagnóstico da doença por um profissional da saúde qualificado. Existem diversas técnicas e exames para estimativa de gordura corporal [14] [15] [16], dentre eles o mais preciso é o de DXA. No entanto, esse exame necessita de aparelhos caros e não acessíveis a todas as clínicas sendo difícil de encontrar estabelecimentos que realizem esse exame. Devido a isso, o custo a ser pago pelos pacientes para a realização desse exame é elevado.

Um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas social mostrou que a pandemia agravou a situação de pobreza no Brasil, os pesquisadores concluíram que em 2021 62,9 milhões (cerca de 29,6%) de brasileiros sobreviviam com a renda domiciliar per capita de até 497 F. Sendo assim, muitos brasileiros não têm acesso a uma boa nutrição e a saúde de qualidade, exames muito caros como o de DXA acabam por serem inacessíveis para a maior parte da população. Visando isso, e a democratização do acesso ao saúde, é impor

sejam desenvolvidas formas da população geral obter acesso a esses aparatos de auxílio a saúde, sejam por políticas para facilitar o financiamento ou pela criação de métodos mais baratos e eficazes.

Dentro desse contexto, esse estudo propõe a pesquisar um método barato, rápido e eficiente para estimação de gordura corporal a partir de fotos com a utilização de Deep Learning. Visamos com a criação desse método, subsídio para possíveis aplicações futuras baratas e democratização da saúde no Brasil permitindo o acesso tanto da população geral quanto aos profissionais de saúde a exames corporais precisos para diagnóstico de obesidade e acompanhamento nutricional.

## Fundamentação Teórica

O estudo e desenvolvimento de modelos de Aprendizado Profundo utilizando Convolutional Neural Networks (CNNs) para estimação de gordura corporal, que é uma medida importante para avaliar a saúde e o estado nutricional de um indivíduo, a partir de fotografias do indivíduo é um tema que envolve conceitos importantes no campo da ciência da computação e saúde. Em 2022, Ina Vernikous e colaboradores ressaltaram

a importância da aplicação de CNN's na detecção de percentual de gordura corporal [18] .

O Aprendizado Profundo é uma técnica de Machine Learning que utiliza redes neurais profundas para aprender e representar informações complexas de forma automática. As CNNs são um tipo de rede neural profunda que é especialmente projetada para processar imagens e extrair características relevantes, sendo amplamente utilizada em aplicações de visão computacional, como reconhecimento de objetos e análise de imagens médicas.[19]

O percentual de gordura corporal é uma medida importante para avaliar a saúde e o estado nutricional de um indivíduo. Existem várias técnicas para medir o percentual de gordura corporal, como a bioimpedância e a densitometria óssea, que são invasivas e/ou custosas. A utilização de técnicas de Aprendizado Profundo, como as CNNs, para estimar o percentual de gordura corporal a partir de fotografias do indivíduo pode fornecer uma alternativa não invasiva e de baixo custo.

Espera-se que este estudo contribua não apenas para a revisão científica e avanço do conhecimento na área, mas também para a identificação de abordagens ainda não exploradas e aspectos de melhoria. Com os resultados obtidos, será possível fornecer subsídios para uma futura proposta de abordagem que venha a auxiliar os profissionais de saúde no diagnóstico e tratamento da obesidade e de doenças correlatas, facilitando a monitorização do estado nutricional dos indivíduos e possibilitando intervenções mais eficazes e personalizadas.

## Objetivo Geral

Os objetivos desta pesquisa visam o desenvolvimento de um método preciso e confiável para a estimação do percentual de gordura corporal por meio de CNN's em tarefas de regressão de imagens.

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

- Analisar as bases de dados de gordura corporal e encontrar os nuances e diferenças entre elas e a forma mais adequada para tratá-las;
- Realizar treinamentos iterativos considerando diferentes arquiteturas de CNNs para o problema de regressão em imagens;
- Realizar um estudo comparativo entre diversos métodos de Deep Learning a fim de identificar qual possui menor erro e tempo de treinamento e predição para o processo de regressão em imagens para estimação do valor de percentual de gordura corporal;

## Metas

- 1 - Estudo sobre conceitos básicos em Deep Learning e imagens
- 2 - Levantamento bibliográfico
- 3 - Desenvolvimento do Ambiente, coleta e análise de dados.
- 4 - Comparação dos resultados e ajustes.
- 5 - Escrita de artigo científico
- 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 do Rio Grande do Norte, Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, com número de protocolo 3593367, e todos os participantes consentiram com a coleta de dados para fins de pesquisa. A coleta de dados foi realizada por nutricionistas, educadores físicos e estudantes de pós-graduação do Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Janeiro. A medição dos dados antropométricos foi feita por um profissional certificado nível 2 pela ISAK International Society for the Advancement of Kinanthropometry), enquanto as circunferências foram medidas seguindo o protocolo da ISAK. A DMO do corpo foi medida utilizando um equipamento de DXA da GE Healthcare.

Na fase de análise dos dados, aplicaremos uma variedade de técnicas avançadas de processamento de imagem para extrair informações relevantes e identificar padrões nas amostras coletadas. Essas técnicas podem incluir pré-processamento de imagens, detecção de bordas, segmentação e extração de características relevantes para a estimação do percentual de gordura corporal. Essa análise aprofundada permitirá obter um entendimento mais completo do problema em questão e auxiliará na busca por soluções efetivas.

Em seguida, realizaremos treinamentos iterativos de diferentes modelos de Deep Learning, utilizando diversas arquiteturas de redes neurais convolucionais (CNNs) e estratégias de aprendizado, como Transfer Learning e Data Augmentation. Avaliaremos o desempenho dos modelos por meio das seguintes métricas, como erro médio quadrático (RMSE), coeficiente de determinação (R2), Erro Médio Absoluto (MAE), Erro Percentual Absoluto (MAPE) e Erro Médio Relativo (MRE). Além disso, empregaremos técnicas de validação cruzada e dividiremos o conjunto de dados em conjuntos de treinamento, validação e teste para garantir a robustez das análises.

Por fim, com base nos resultados obtidos, compararemos as diferentes arquiteturas de CNNs utilizadas, identificando aquela que apresentou o melhor desempenho na estimação do percentual de gordura corporal a partir das imagens analisadas. Também investigaremos os fatores pelos quais essa arquitetura se mostrou superior em relação às outras, analisando as características intrínsecas dos modelos, como a capacidade de extração de características relevantes e a adaptabilidade aos dados de entrada.

Acompanhamento e Avaliação do Projeto

O acompanhamento do bolsista será feito de forma semanal, através de reuniões e relatórios técnicos relacionados ao andamento do projeto e dificuldades encontradas no período. Além disso, desenvolvemos um cronograma para auxiliar no acompanhamento da pesquisa e atingir o objetivo do trabalho.

Tabela 1 – Cronograma Bolsista

Atividades	Bolsista											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudo sobre conceitos básicos em Deep Learning e imagens	X	X										
Levantamento bibliográfico		X	X	X								
Desenvolvimento do Ambiente.			X	X	X							
Comparação dos resultados e ajustes.					X	X	X					
Escrita de artigo científico					X	X	X	X	X	X	X	X
Escrita de relatório final											X	X

Disseminação dos Resultados

Espera-se com esta pesquisa apresentar e avaliar métodos de Deep Learning voltados para a estimativa do percentual de gordura corporal a partir de imagens corporais, de forma rápida, robusta e eficiente. Serão apresentados gráficos e tabelas categorizando o desempenho das diferentes arquiteturas e técnicas de pré-processamento, bem como o conjunto de dados utilizado.

A comparação das diferentes técnicas tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir de diferentes combinações de modelos de Deep Learning e diversas técnicas de pré-processamento dos dados. Este trabalho é extremamente relevante, pois permite a comparação de diferentes arquiteturas para enfrentar esse desafio, além de fornecer subsídios para futuras pesquisas nesse tema, promovendo a democratização do acesso à saúde.

Dentre as contribuições do trabalho proposto podemos citar:

- Espera-se contribuir em trabalhos futuros com algoritmos e outras estratégias que possibilitem encontrar soluções de boa qualidade para o problema de estimação de gordura corporal a partir de imagens;
- Realizar comparativo dos métodos desenvolvidas com as abordagens encontradas neste estudo, elencando as vantagens e desvantagens da proposta;

- Desenvolvimento de mão de obra especializada nessa área;
- Por fim, espera-se aumentar a produção intelectual em periódicos acadêmicos e conferências nacionais e internacionais.

Assim, espera-se que esta pesquisa contribua para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficazes na estimativa do teor de gordura corporal a partir de imagens corporais, 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 3.
- 2 World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. [S.l.], 2000. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.
- 3 World Health Organization. Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 01 May 2023). Citado na página 3.
- 4 COGILL, B. Anthropometric indicators measurement guide. Food and Nutrition Technical Assistance Project, January 2003. Citado na página 3.
- 5 HEYMSFIELD, S. et al. Body composition. [S.l.]: Henry Stewart Talks, 2009. Citado na página 3.
- 6 GUERRA, R. et al. Accuracy of Siri and Brozek equations in the percent body fat estimation in older adults. The journal of nutrition, v. 14, n. 9, p. 744–748, 2010. <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0112-z>. Citado na página 3.
- 7 HAAPALA, I. et al. Anthropometry, bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of body composition in elderly Finnish women. Clinical physiology and functional imaging, v. 22, n. 6, p. 383–391, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097X.2002.00447.x>. Citado na página 3.
- 8 PI-SUNYER, X. The medical risks of obesity. Postgraduate medicine, Taylor & Francis, v. 121, n. 6, p. 21–33, 2009. Citado na página 3.
- 9 COLLABORATORS, G. . O. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. New England journal of medicine, v. 377, n. 1, p. 13–27, 2017. Citado na página 4.
- 10 STÜRMER, T.; GÜNTHER, K.-P.; BRENNER, H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm osteoarthritis study. Clinical epidemiology, Elsevier, v. 53, n. 3, p. 307–313, 2000. Citado na página 4.
- 11 SALTIEL, A. R.; OLEFSKY, J. M. et al. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. The Journal of clinical investigation, v. 127, n. 1, p. 1–4, 2017. Citado na página 4.
- 12 LAUBY-SECRETAN, B. et al. Body fatness and cancer—viewpoint of the IARC working group. New England journal of medicine, v. 375, n. 8, p. 794–798, 2016. Citado na página 4.
- 13 YKI-JÄRVINEN, H. Non-alcoholic fatty liver disease as a cause and a consequence of metabolic syndrome. The lancet Diabetes & endocrinology, Elsevier, v. 2, n. 11, p. 901–910, 2014. Citado na página 4.
- 14 SUNG, R. et al. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. Archives of disease in childhood, BMJ Publishing Group, v. 81, n. 3, p. 263–267, 2001. Citado na página 4.
- 15 MARTIN, A. et al. Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. International journal of obesity, v. 9, n. 39, 1985. Citado na página 4.
- 16 FIELDS, D. A.; GORAN, M. I.; MCCRORY, M. A. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults: a review. The American journal of clinical nutrition, Oxford University Press, v. 75, n. 3, p. 453–467, 2002. Citado na página 4.
- 17 IFGV. Novo mapa da pobreza. 2022. Disponível em: <<https://cps.fgv.br/MapaNovaPobreza>>. Citado na página 4.
- 18 VERNIKOUSKAYA, I. et al. Body fat compartment determination by encoder–decoder convolutional neural network: application to amyotrophic lateral sclerosis. Scientific reports, Nature Publishing Group UK London, v. 12, n. 1, p. 5513, 2022. Citado na página 5.
- 19 LIU, Y.; PU, H.; SUN, D.-W. Efficient extraction of deep image features using convolutional neural network (CNN) for applications in food image classification and analysing complex food matrices. Trends in Food Science & Technology, Elsevier, v. 113, p. 193–204, 2021. Citado na página 5.

**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					-