



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**LUAN DOS SANTOS MENDES COSTA**

**MODELAGEM DE UM ALGORITMO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A**  
**ATENÇÃO AO CUIDADO DO DIABETES NO BRASIL**

**FORTALEZA**

**2022**

LUAN DOS SANTOS MENDES COSTA

MODELAGEM DE UM ALGORITMO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A  
ATENÇÃO AO CUIDADO DO DIABETES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará (FAMED-UFC), como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Tatmatsu Rocha.

Coorientadora: Profa. Dra. Daniely Ildegardes Brito Tatmatsu.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C873m Costa, Luan dos Santos Mendes.  
Modelagem de um Algoritmo de Inteligência Artificial para a atenção ao cuidado do Diabetes no Brasil  
/ Luan dos Santos Mendes Costa. – 2022.  
29 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina,  
Curso de Fisioterapia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. José Carlos Tatmatsu Rocha.  
Coorientação: Profa. Dra. Daniely Ildegardes Brito Tatmatsu.
1. Diabetes. 2. Inteligência Artificial. 3. Sistema Único de Saúde. 4. Saúde Pública. 5. Inovação  
Tecnológica. I. Título.

CDD 615.82

---

LUAN DOS SANTOS MENDES COSTA

MODELAGEM DE UM ALGORITMO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A  
ATENÇÃO AO CUIDADO DO DIABETES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Fisioterapia da Faculdade de Medicina da  
Universidade Federal do Ceará (FAMED-  
UFC), como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 01/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José Carlos Tatmatsu Rocha (Orientador)  
Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Daniely Ildegardes Brito Tatmatsu (Coorientadora)  
Departamento de Psicologia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Rafael Barreto de Mesquita  
Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. PhD. Raimunda Hermelinda Maia Macena  
Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, a quem amo  
incondicionalmente.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela simplicidade de sua completude e pelos direcionamentos sábios e diários. Pela paz interior que sinto em sua presença.

Aos meus pais afetivos, Maria e Francisco que, dentro de suas respectivas realidades, se dedicaram para que eu seguisse meus estudos e me tornasse o primeiro de minha família a ingressar e concluir um curso de graduação.

Aos meus professores que, desde o ensino médio até os dias atuais, me apoiaram e me incentivaram a alcançar meus objetivos acadêmicos e profissionais. Não citarei nomes para não ser injusto caso deixe de citar um(a) dos inúmeros e incríveis mestres que tive a honra de conviver. Mas destino um agradecimento especial os meus orientadores durante a graduação, nas diversas modalidades de bolsas e projetos que tive oportunidade de atuar. Aos quais cito nominalmente: O Prof. Carlos Tatmatsu; A Profa. Raimunda Hermelinda; A Profa Andréa Soares; A Profa. Fabiane Elpídio; O Prof. Rafael Mesquita; A Profa. Ana Paula; e A Profa. Dionis Machado.

Agradeço a Pró-reitora de Assuntos Estudantis da UFC pelo suporte prestado por meio de seus programas de permanência na universidade, os quais foram indispensáveis para que eu pudesse lograr a conclusão do curso.

Aos meus amigos e pessoas que passaram por minha vida ao longo dessa jornada que se iniciou, ainda em 2016, na saudosa e aconchegante Universidade Federal do Piauí (UFPI) e hoje conclui-se na tão sonhada e prestigiada Universidade Federal do Ceará (UFC).

Agradeço também a equipe da linha de pesquisa em Inteligência Artificial do Laboratório de Pesquisa e Inovação Tecnológica em Reabilitação Humana da UFC. Que tive a honra de capitanear nos últimos meses, junto ao meu orientador. A soma de nossos esforços foi fundamental para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também as pessoas que passaram por minha vida e contribuíram, dentro de suas especificidades, para minha carreira acadêmica. E aqui destaco amigos presentes e pessoas que seguiram outros caminhos, mas que contribuíram de maneira significativa neste processo: Jana, Dejaime, Victor, Sheila, Carlos Humberto, Leticia, Kaiuska e todo o meu querido The9.

Aos meus dias. Agradeço a Deus pela força e sabedoria adquiridas ao longo desses anos. Sem esses fatores nada teria sido possível. Novos caminhos estão sendo trilhados e novos agradecimentos serão necessários. Até Breve!

“Se quiser ir rápido, vá sozinho. Se quiser ir longe, vá em grupo.” (Proverbio Africano).

## RESUMO

De acordo com a 10ª edição do Atlas de Diabetes da *International Diabetes Federation* cerca de 537 milhões de adultos vivem com Diabetes Mellitus (DM) no mundo, destes 15,7 milhões são do Brasil. Alguns estudos visam abordar a Inteligência Artificial (IA) para ajudar pacientes a autogerirem a DM e facilitar interações entre pacientes e profissionais da saúde. A autogestão é a chave para o tratamento da DM. Objetivo: Criar um algoritmo amplo de IA com foco na reabilitação destes pacientes, visando a redução de complicações da doença. Métodos: Foram rastreados e analisados softwares de acesso gratuito no relacionados aos critérios de acessibilidade, usabilidade, adequação de padrões de design e User Experience (UX), além do foco detalhado no autogerenciamento da DM. Critérios de inclusão: autogestão da doença, custo para o Sistema Único de Saúde (SUS) e segurança de dados conforme a lei de proteção de Dados. Resultados e Discussão: Foram analisados 125 softwares com IA, dos quais em 72% observou-se a presença de funções e modalidades coerentes com a proposta elaborada e que obedeciam aos critérios internacionais de acessibilidade, sendo identificados como potenciais aliados para minimizar os custos para o Sistema Único de Saúde (SUS) na atenção ao DM, sem comprometer a qualidade do serviço ofertado à população. Em especial, após essa análise, foi construído um algoritmo com recomendações de aplicabilidade em larga escala encaminhado ao Ministério da Saúde brasileiro, junto a um material educativo passível de distribuição em todo território nacional. Conclusão: Uma vez que a DM não seja tratada de forma adequada, há a possibilidade da evolução do quadro da doença para um desencadeamento mais grave, surgindo complicações, como problemas arteriais e amputações, retinopatias, doenças renais, pé diabético. A IA surge como uma forte aliada para evitar estes problemas, promovendo aplicação tecnológica na área de saúde e reduzindo custos ao país, além de agilizar a fila do SUS. Outrossim, promovendo uma melhor funcionalidade e qualidade de vida aos pacientes.

**Palavras-chave:** Diabetes; Inteligência Artificial; Sistema Único de Saúde; Saúde Pública; Inovação Tecnológica.



## ABSTRACT

According to the 10th edition of the Diabetes Atlas of the International Diabetes Federation, about 537 million adults live with Diabetes Mellitus (DM) in the world, of which 15.7 million are from Brazil. Some studies aim to address Artificial Intelligence (AI) to help patients self-manage DM and facilitate interactions between patients and health professionals. Self-management is the key to DM treatment. Objective: To create a broad AI algorithm focused on the rehabilitation of these patients, aiming at reducing the complications of the disease. Methods: Free access software was screened and analyzed in relation to criteria of accessibility, usability, adequacy of design standards and User Experience (UX), in addition to the detailed focus on DM self-management. Inclusion criteria: self-management of the disease, cost for the Unified Health System (SUS) and data security according to the data protection law. Results and Discussion: 125 software with AI were analyzed, of which 72% showed the presence of functions and modalities consistent with the proposed proposal and that met international accessibility criteria, being identified as potential allies to minimize costs for the Unified Health System (SUS) in DM care, without compromising the quality of the service offered to the population. In particular, after this analysis, an algorithm was constructed with recommendations for large-scale applicability, forwarded to the Brazilian Ministry of Health, together with an educational material that could be distributed throughout the national territory. Conclusion: Once DM is not adequately treated, there is a possibility that the disease may progress to a more severe onset, resulting in complications such as arterial problems and amputations, retinopathies, kidney diseases, diabetic foot. AI emerges as a strong ally to avoid these problems, promoting technological application in the health area and reducing costs to the country, in addition to streamlining the SUS queue. Furthermore, promoting better functionality and quality of life for patients.

**Keywords:** Diabetes; Artificial intelligence; Health Unic System; Public health; Technologic innovation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Background de fluxo do Algoritmo.....	29
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Aplicativos
CID	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas relacionados à Saúde
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
DM	Diabetes Mellitus
DM	Diabetes Mellitus Tipo 1
DM2	Diabetes Mellitus Tipo 2
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GOe	Global Observatory for eHealth
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
M-HEALTH	<i>Mobile Health</i>
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SUS	Sistema Único de Saúde
TICS	Tecnologia da Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UX-DESIGN	User Experience

## LISTA DE SÍMBOLOS

- © Copyright
- ® Marca Registrada

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Panoramas do Diabetes no Brasil .....	13
1.2 Complicações .....	14
1.3 Formas tradicionais de tratamento.....	15
1.4 A adoção das TICs e o letramento digital no cuidado ao Diabetes.....	15
2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
2.1 Rastreio e catalogação da Amostra.....	17
2.2 Critérios para a elaboração do Algoritmo.....	17
2.3 Análise por juízes especialistas .....	18
2.4 Associações com a literatura científica internacional.....	18
3 RESULTADOS.....	19
4. DISCUSSÃO.....	21
4.1 A relação entre Funcionalidade e o Diabetes dentro do espectro da CIF .....	22
4.2 O Algoritmo na aplicação Telesaúde na atenção ao Diabetes .....	22
4.3 O Algoritmo na aplicação do M-Health .....	23
4.4 A Inteligência Artificial dentro do panorama da saúde.....	24
4.5 Outras inovações exitosas no âmbito do Diabetes e IA: Pâncreas Artificial ou Circuito Fechado.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	26
REFERÊNCIAS .....	27
APÊNDICE A – BACKGROUND DE FLUXO DO ALGORITMO (VERSÃO AMPLIDA)	29

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, M. A. et al. Using the ICF framework to evaluate the effects of environmental factors on physical disability among people with diabetes mellitus. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 36, n. 3, p. 424–431, 3 mar. 2020.
- ASHRAFZADEH, S.; HAMDY, O. Patient-Driven Diabetes Care of the Future in the Technology Era. **Cell Metabolism**, v. 29, n. 3, p. 564–575, mar. 2019.
- BERTOLUCI, M. C. et al. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. [s.l.] Conectando Pessoas, 2022.
- BRASIL. Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Presidência da República (on-line)** Secretaria-Geral da Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 14 ago. 2018. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2022
- BRITO, E. N. D. et al. Inteligência Artificial no diagnóstico de doenças neurodegenerativas: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e482101120004, 7 set. 2021.
- CENGIZ, E. Automated Insulin Delivery in Children with Type 1 Diabetes. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, v. 49, n. 1, p. 157–166, mar. 2020.
- DAVIS, G. M. et al. Diabetes Technology in the Inpatient Setting for Management of Hyperglycemia. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, v. 49, n. 1, p. 79–93, mar. 2020.
- DELFIM GUARIZI, D.; OLIVEIRA, E V. de. Estudo da inteligência artificial aplicada na área da saúde. **Colloquium Exactarum**, v. 6, n. Especial, p. 26–37, 20 dez. 2014.
- FAGHERAZZI, G.; RAVAUD, P. Digital diabetes: Perspectives for diabetes prevention, management and research. **Diabetes & Metabolism**, v. 45, n. 4, p. 322–329, set. 2019.
- FLEMING, G. A. et al. Diabetes Digital App Technology: Benefits, Challenges, and Recommendations. A Consensus Report by the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the American Diabetes Association (ADA) Diabetes Technology Working Group. **Diabetes Care**, v. 43, n. 1, p. 250–260, 1 jan. 2020.
- IBGE, I. B. DE G. E E. **Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2021**. Brasília: [s.n.].
- IDF, International Diabetes Federation. **IDF Diabetes Atlas**. BruxelasBélgica, 2021.
- MALTA, D. C. et al. Indicadores da linha de cuidado de pessoas com diabetes no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde 2013 e 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. spe1, 2022.
- MEIRELLES, F. S. **Pesquisa do Uso da Tecnologia de Informação nas Empresas**. São Paulo: [s.n.].

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diabetes (diabetes mellitus)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/diabetes>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MUZY, J. et al. Prevalência de diabetes mellitus e suas complicações e caracterização das lacunas na atenção à saúde a partir da triangulação de pesquisas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 5, 2021.

PAULA, T. R. et al. Effectiveness of mobile applications for behavioral changes in health: a systematic review. **Rev Rene**, v. 21, p. e43845, 17 jul. 2020.

QUEIROZ, B. M. DO S. et al. Benefícios do tratamento não farmacológico em idosos portadores de diabetes mellitus tipo II/ Benefits of non-pharmacological treatment in the elderly with type II diabetes mellitus. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 3, p. 6291–6306, 2020.

RODACKI, M. et al. Classificação do diabetes. Em: **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 1. ed. Brasília: Conectando Pessoas, 2022. v. 1.

SILVA, R. R. DA et al. Neuropatias diabéticas periféricas como complicações do diabetes mellitus: estudo de revisão. **Saúde Coletiva (Barueri)**, v. 11, n. 67, p. 6923–6936, 2 ago. 2021.

SOUZA, A. K. DE A.; ARAÚJO, I. C. R. DE; OLIVEIRA, F. D. S. Fármacos para o tratamento do diabetes mellitus tipo 2: interferência no peso corporal e mecanismos envolvidos. **Revista de Ciências Médicas**, v. 30, p. 1, 23 mar. 2021.

TATMATSU-ROCHA, J. C. et al. Inovações tecnológicas no diabetes: novas conquistas e grandes desafios. Em: LEITE, C. R. M. et al. (Eds.). **In:Novas tecnologias aplicada à saúde: inovação, internet das coisas, horizontes e desafios**. 1. ed. Mossoró: EDUERN, 2021. v. 1p. 43–68.

TOMASI, E. et al. Adequação do cuidado a pessoas com hipertensão arterial no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013 e 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. 2, 2022.

XUAN, J. et al. Systematic review and meta-analysis of the related factors for diabetic retinopathy. **Annals of Palliative Medicine**, v. 11, n. 7, p. 2368–2381, jul. 2022.

ZENG, C. et al. Long-Term Assessment of Rehabilitation Treatment of Sports through Artificial Intelligence Research. **Computational and Mathematical Methods in Medicine**, v. 2021, p. 1–8, 22 dez. 2021.