



REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

ANNA CYNTIA BRANDÃO NASCIMENTO MANIÇOBA

**CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL EM
ADULTOS HÍGIDOS E COM ALTERAÇÃO NA FUNÇÃO RENAL**

São Luís
2024

ANNA CYNTIA BRANDÃO NASCIMENTO MANIÇOBA

**CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL EM
ADULTOS HÍGIDOS E COM ALTERAÇÃO NA FUNÇÃO RENAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia – Ponto Focal do Maranhão, como requisito para Defesa do título de doutor em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho

Coorientadora: Prof. Dra. Nilviane Pires Silva Sousa

São Luís

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Brandão Nascimento Maniçoba, Anna Cyntia.

CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL EM
ADULTOS HÍGIDOS E COM ALTERAÇÃO NA FUNÇÃO RENAL / Anna
Cyntia Brandão Nascimento Maniçoba. - 2024.
135 f.

Coorientador(a) 1: Nilviane Pires Silva Sousa.

Orientador(a): Allan Kardec Duailibe Barros Filho.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em
Biotecnologia - Renorbio/ccbs, Universidade Federal do
Maranhão, São Luís, 2024.

1. Aprendizado de Máquinas. 2. Doença Renal. 3.
Software. 4. . 5. . I. Duailibe Barros Filho, Allan
Kardec. II. Pires Silva Sousa, Nilviane. III. Título.

ANNA CYNTIA BRANDÃO NASCIMENTO MANIÇOBA

**CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL EM
ADULTOS HÍGIDOS E COM ALTERAÇÃO NA FUNÇÃO RENAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia –
Ponto Focal do Maranhão, como requisito para Defesa
do título de doutor em Biotecnologia.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão – RENORBIO/UFMA

Profa. Dra. Nilviane Pires Silva Sousa (Co-Orientador)

Instituto Florence de Ensino Superior

Profa. Dra. Maria do Socorro de Sousa Cartágenes

Universidade Federal do Maranhão – UFMA (1º Examinador)

Profa. Dra. Mayara Cristina Pinto da Silva

Universidade Federal do Maranhão – UFMA (2º Examinador)

Profa. Dra. Sally Cristina Moutinho Monteiro

Universidade Federal do Maranhão – UFMA (3º Examinador)

Prof. Dr. Ewaldo Éder Carvalho Santana

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA (4º Examinador)

Aos meus pais José Walter Nascimento (in memorian) e Maria do Desterro Soares Brandão Nascimento, que dignamente apresentaram à importância da família e o caminho da honestidade e persistência.

Aos meus filhos Gabriel Antônio Brandão Maniçoba e Anna Clara Brandão Maniçoba, minha irmã Anna Christiany Brandão Nascimento todo meu amor e gratidão pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela sua imensa bondade.

Aos meus familiares pela compreensão e apoio nos momentos difíceis.

Ao programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), que sabiamente tem conduzido este Doutorado Acadêmico.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho pelo seu apoio, dedicação e exemplo profissional.

À Profa. Dra. Nilviane Pires Silva Sousa coorientadora, docente da Faculdade Florence, com gratidão e pelo apoio científico.

Ao Prof. Dr. Ewaldo, docente da Universidade Estadual do Maranhão, pelo conhecimento aplicado.

A todos os professores do Doutorado, colegas e funcionários, o meu reconhecimento.

Ao Guilherme Lima, Iury Vieira, o meu agradecimento pela colaboração.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de forma direta e/ou indiretamente para o êxito deste trabalho.

“O saber a gente aprende com os mestres e com os livros. A sabedoria se aprende com a vida e com os humildes.”

(Cora Coralina)

RESUMO

No cenário atual de saúde a epidemia do sobrepeso e obesidade tem aumentado constantemente. O excesso de peso corporal contribui para o desenvolvimento de diversas patologias, como doenças cardiovasculares (DCV), diabetes e doença renal crônica (DRC). A DRC é um problema de saúde pública mundial devido à sua alta morbimortalidade. As técnicas de aprendizado de máquina são de grande valia para análise de dados na área da saúde. Objetiva-se desenvolver um sistema que faz a classificação do percentual de gordura corporal utilizando indicadores não invasivos e de baixo custo em pacientes com e sem doença renal crônica. Trata-se de um estudo transversal, no qual a amostra foi constituída por indivíduos atendidos no Centro de Prevenção de Doenças Renais Crônicas, formada por participantes de ambos os gêneros, com idade entre 18 e 78 anos. Os dados foram coletados através de um questionário semiestruturado para dados sociodemográficos e de hábitos de vida, e aferição de medidas antropométricas. Para a implementação do classificador e métricas utilizou-se o desempenho dos algoritmos de classificadores para análise das medidas de desempenho da acurácia, sensibilidade e especificidade. Foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Android Studio e a avaliação do *software* ocorreu por meio do teste de usabilidade com profissionais da área de saúde e por usuários da população em geral. O presente estudo possui aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Maranhão CAAE: 67030517.5.0000.5087. Estudou-se 244 indivíduos, onde 76,2% (n=186) foram do gênero feminino e 23,8% (n= 58) foram do gênero masculino. A idade média da amostra foi de $46,14 \pm 15,19$ anos. Árvore de decisão apresentou-se como o modelo matemático mais adequado com maior sensibilidade e especificidade. A partir da testagem do modelo de Árvore de Decisão, as variáveis com melhor desempenho para classificação do percentual de gordura foram: gênero, idade, peso, altura, circunferência da cintura, circunferência do braço, circunferência da panturrilha, PAS e PAD. O modelo computacional empregado nesse estudo apresentou um ótimo desempenho na classificação do percentual de gordura corporal em adultos através de variáveis não invasivas.

Palavras-chave: aprendizado de máquinas, doença renal, *software*.

ABSTRACT

In the current health scenario, the epidemic of overweight and obesity has constantly increased. Excess body weight contributes to the development of several pathologies, such as cardiovascular diseases (CVD), diabetes and chronic kidney disease (CKD). CKD is a global public health problem due to its high morbidity and mortality. Machine learning techniques are of great value for data analysis in the healthcare sector. The aim is to develop a system that classifies body fat percentage using non-invasive, low-cost indicators in patients with and without chronic kidney disease. This is a cross-sectional study, in which the sample consisted of individuals treated at the Center for the Prevention of Chronic Kidney Diseases, made up of participants of both genders, aged between 18 and 78 years. Data were collected through a semi-structured questionnaire for sociodemographic and lifestyle data, and anthropometric measurements. For the implementation of the classifier and metrics, the performance of the classifier algorithms was used to analyze the performance measures of accuracy, sensitivity and specificity. The Android Studio development environment was used and the software was evaluated through usability testing with healthcare professionals and users from the general population. The present study was approved by the Ethics and Research Committee (CEP) of the Federal University do Maranhão CAAE: 67030517.5.0000.5087. A total of 244 individuals were obtained, of which 76.2% (n=186) were female and 23.8% (n= 58) were male. The average age of the sample was 46.14 ± 15.19 years. Decision tree presented itself as the most appropriate mathematical model with greater sensitivity and specificity. From testing the Decision Tree model, the variables with the best performance for classifying fat percentage were: gender, age, weight, height, waist circumference, arm circumference, calf circumference, SBP and DBP. The computational model used in this study showed excellent performance in classifying body fat percentage in adults using non-invasive variables.

Keywords: machinelearning, kidneydisease, software.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1.	Estadiamento da DRC conforme a função renal decrescente definida pela e TFG.....	22
Figura 2.	Prevalência estimada de pacientes em diálise por região geográfica no Brasil, 2009-2018 (por milhão da população).....	23
Figura 3.	Área sob a Curva ROC – Árvore de Decisão.....	41
Figura 4.	Área sob a Curva ROC – SVM com KNN	41
Figura 5.	Área sob a Curva ROC – Regressão Logística.....	41
Figura 6.	Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel linear.....	42
Figura 7.	Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel polinomial.....	42
Figura 8.	Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel RBF.....	42
Figura 9.	Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel sigmoid.....	43
Figura 10.	Primeira tela do aplicativo.....	44
Figura 11.	Segunda Tela da Aplicação (Tela de Resultados).....	45

QUADROS

Quadro 1.	Classificação do peso pelo IMC.....	31
------------------	-------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Perfil sociodemográficos de adultos hígidos e com alteração na função renal em São Luís- MA (n = 244).....	36
Tabela 2. Caracterização antropométrica e hemodinâmica de adultos hígidos e com alteração na função renal em São Luís- MA (n = 244).....	37
Tabela 3. Distribuição dos pacientes segundo a idade, gênero e estágio de doença renal crônica.....	38
Tabela 4. Caracterização antropométrica e hemodinâmica de pacientes sem DRC e com DRC.....	38
Tabela 5. Resultados dos Classificadores Utilizados no Estudo	40

LISTA DE SIGLAS

PGC	-	Percentual de Gordura Corporal
AM	-	Aprendizado de Máquina
APP	-	Aplicativo
AUROC	-	Área sob a curva ROC
BIA	-	Bioimpedância elétrica
CB	-	Circunferência do braço
CC	-	Circunferência da cintura
CEP	-	Comitê de Ética e Pesquisa
CFO	-	Curso de Formação de Oficiais
CKD- EPI	-	Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration
cm	-	Centímetro
CPANT	-	Circunferência da panturrilha
DCNT	-	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DCV	-	Doenças Cardiovasculares
DRC	-	Doença Renal Crônica
ICA	-	Independent Component Analysis
IMC	-	Índice de Massa Corporal
INPI	-	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
KDIGO	-	Diretriz Kidney Disease Improving Global Outcomes
Kg	-	Quilograma
LRA	-	Lesão Renal Aguda
mmHg	-	Milímetros de Mercúrio
OMS -	-	Organização Mundial da Saúde
PA	-	Pressão Arterial
PAD	-	Pressão Arterial Diastólica
PAS	-	Pressão arterial sistólica
PPM	-	Partes por milhão
RCE	-	Relação Cintura-Estatura
RCQ -	-	Relação cintura-quadril
RNAP	-	Redes neurais de aprendizado profundo
RNC	-	Rede neural convolucional

SPSS	- Statistical Package for the Social Sciences
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TFG	- Taxa de Filtração Glomerular
UEMA	- Universidade Estadual do Maranhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	177
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos específicos	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 Fisiopatologia da Doença Renal.....	20
3.2 Epidemiologia da Doença Renal Crônica.....	22
3.3 Doença Renal e Composição corporal	24
3.4 Avaliação da composição corporal.....	25
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 Modelo do Estudo e População.....	26
4.2 Cálculo Amostral	27
4.3 Critérios de Inclusão e Não Inclusão	27
4.3.1 Inclusão	27
4.3.2 Exclusão.....	28
4.4 Instrumentos de Coleta e Avaliação dos Dados.....	28
4.4.1 Variáveis Sociodemográficas	28
4.4.2 Variáveis Referentes a Hábitos Alimentares e Estilo de Vida	29
4.4.3 Indicadores Antropométricos.....	29
4.4.4 Análise da Composição Corporal	31
4.4.4.1 Bioimpedância Elétrica (BIA).....	31
4.4.5 Perfil Hemodinâmico	31
4.5 Construção e validação do modelo computacional	32
4.5.1 Desenvolvimento do aplicativo	34
4.6 Processamento e Tratamento Estatístico.....	34
4.7 Aspectos Éticos.....	34
5 RESULTADOS	35
5.1 Dados sociodemográficos, antropométricos e hemodinâmicos.....	35
5.1.1 Perfil sociodemográfico e caracterização antropométrica e hemodinâmica.....	35

5.1.2 Dados sociodemográficos, antropométricos e hemodinâmicos dos pacientes sem DRC e com DRC.....	36
5.1.3 Análise dos métodos de classificadores e métricas utilizados no estudo.....	28
5.2 Funcionamento do Aplicativo Classificador do Percentual de Gordura em Paciente com Doença Renal Crônica.....	43
6 DISCUSSÃO	46
7 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	55
ANEXOS	72
APÊNDICES.....	129

1 INTRODUÇÃO

O estudo das doenças crônicas não transmissíveis (DNT) constituem um problema de saúde pública global, e o excesso de peso e a obesidade estão entre os fatores de risco para doenças crônicas (Tong *et al.*, 2024). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a prevalência de obesidade triplicou nos últimos cinquenta anos, no mundo. No ano de 2016, por exemplo, mais de 650 milhões de adultos eram obesos (Czaja-Stolc *et al.*, 2022).

E caso esses valores continuem a crescer, estima-se que 1 bilhão de adultos (quase 20% da população mundial) terão obesidade até 2025 (Loos & Yeo, 2022). Adicionalmente, a pandemia da COVID-19 e suas consequências como trabalho remoto, ansiedade, entre outros, contribuíram para o aumento dos casos de sobrepeso e obesidade (Czaja-Stolc *et al.*, 2022).

A obesidade é uma patologia de etiologia multifatorial, associada a fatores biológicos, socioeconômicos, psicossociais e ambientais (Powell-Wiley *et al.*, 2021). Sendo uma doença crônica de fisiopatologia complexa, caracterizada por hipertrofia e hiperplasia do tecido adiposo devido a um estado energético crônico desequilibrado, tendo como consequência uma série de alterações metabólicas (Gammone, 2021; D'Orazio, 2021).

O excesso de peso corporal contribui para o desenvolvimento de diversas patologias, como doenças cardiovasculares (DCV), diabetes e doença renal crônica (DRC) (Czaja-Stolc *et al.*, 2022). A DRC é um problema de saúde pública mundial devido à sua alta morbimortalidade, com prevalência global em torno de 11-13% (Li *et al.*, 2022). A DRC em seus estágios iniciais tende a ser assintomática ou apresentar sintomas inespecíficos, o que dificulta o diagnóstico precoce, sendo a causa da morte de 1,2 milhões de pessoas por ano (Mizdrak *et al.*, 2022).

As doenças renais são complexas, diversas e qualquer parte do néfron pode ser afetada. É importante ressaltar que o tratamento da DRC nos estágios iniciais pode melhorar a função renal ou pelo menos retardar a progressão da DRC (Mizdrak *et al.*, 2022). Os indivíduos obesos têm um risco 3 vezes maior de desenvolver doença renal terminal do que aqueles com peso corporal normal (Fritz *et al.*, 2021).

A obesidade aumenta o risco de desenvolver DRC por várias vias, por exemplo, contribui para inflamação crônica, estresse oxidativo, secreção prejudicada de adipocinas e lipotoxicidade, o que pode resultar em danos nos néfrons (Czaja-Stolc *et al.*, 2022). Porém, os mecanismos exatos ainda não são totalmente compreendidos (Fritz *et al.*, 2021).

O aumento da incidência de doença glomerular relacionada à obesidade está associado à epidemia global de obesidade, e a gordura perirrenal (um tipo de gordura visceral) (Li *et al.*, 2022). Logo, a identificação precoce de indivíduos com excesso de gordura corporal é necessária para prevenir a ocorrência e desenvolvimento da DRC.

O Índice de Massa Corporal (IMC) é o índice tradicionalmente utilizado para a avaliação da obesidade, porém apresenta uma falha quanto a diferenciação da massa magra e gorda (Fritz *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022). Entretanto, a distribuição da gordura corporal é um determinante bem conhecido de risco metabólico (Li *et al.*, 2022).

Dessa forma, é importante o uso de métodos que classifiquem o percentual de gordura corporal do indivíduo, uma vez que tratamento da obesidade e comorbidades associadas geram um encargo financeiro significativo para o sistema de saúde (Czaja-Stolc *et al.*, 2022).

Na última década, a inteligência artificial tem se mostrado um tema de grande relevância no meio científico e fora dele. Tal fato pode ser constatado pela magnitude de artigos publicados em periódicos que abordam os temas: aprendizado de máquina, aprendizado profundo e inteligência artificial (Choi *et al.*, 2020).

O aprendizado de máquina (AM) é originado da interseção da estatística, que analisa as relações entre dados, e da ciência da computação, com ênfase na utilização de algoritmos (Deo *et al.*, 2015). As técnicas de aprendizado de máquina são de grande valia para análise de dados na área da saúde principalmente no rastreamento em saúde, prognósticos clínicos, gestão de assistência à saúde e no auxílio ao diagnóstico de diversas doenças crônicas – câncer, diabetes, doença renal, entre outras (Stanifer *et al.*, 2016; Aldhyani *et al.*, 2020; Bikia *et al.*, 2020; Mathur *et al.*, 2020).

Muitas vezes é difícil determinar a condição de um paciente com base em um único exame clínico. A avaliação pode se tornar mais complicada e requerer

julgamentos subjetivos quando envolve muitos valores de teste laboratoriais/clínicos que podem levar a conclusões diferentes (Lenart *et al.*, 2016). Neste caso, algumas técnicas de análise de dados surgem como uma boa solução que oferecem uma previsão mais exata sobre saúde do indivíduo (Lenart *et al.*, 2016; Freitas *et al.*, 2021).

A classificação, por exemplo, é o processo que separa os objetos ou dados em grupos, cujos membros possuem uma ou mais características em comum (Lenart *et al.*, 2016). As técnicas de classificação são, por exemplo, árvore de decisão, redes neurais artificiais, aprendizado bayesiano, dentre outras.

Assim, a análise de indivíduos com percentual de gordura corporal elevada pode auxiliar na triagem de pacientes em risco de ter uma doença crônica, como a DRC. Cabe ressaltar que a detecção precoce da doença renal e condutas terapêuticas apropriadas para o retardamento de sua progressão podem reduzir o sofrimento dos pacientes e os custos financeiros associados (Romão Jr., 2004). Logo, a capacidade do AM em analisar grandes conjuntos de dados clínicos promete transformar a medicina em uma área orientada por dados e seus resultados, com profundas implicações para detecção, diagnóstico e tratamento de doenças (Deo *et al.*, 2015; Takakura *et al.*, 2018).

Dessa forma, observa-se que as técnicas de AM são o futuro da pesquisa biomédica e medicina personalizada o que resultará em uma melhora significativa na assistência médica global (Handelman *et al.*, 2018). Portanto, o objetivo do presente estudo é classificar o percentual de gordura corporal de adultos hígidos e com alteração na função renal, utilizando indicadores não invasivos e de baixo custo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema que faz a classificação do percentual de gordura corporal utilizando indicadores não invasivos e de baixo custo em pacientes com e sem doença renal crônica.

2.2 Objetivos específicos

Verificar dados sociodemográficos, antropométricos e hemodinâmicos;

Elaborar um modelo matemático para classificação do percentual de gordura corporal;

Desenvolver e implementar um sistema para triagem de adultos com percentual de gordura corporal elevado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fisiopatologia da Doença Renal

A doença renal crônica (DRC) é definida como a perda irreversível e progressiva da função renal a nível glomerular, tubular e endócrino (Junior, 2004). A DRC indica uma alteração na estrutura ou na função renal, presente por um período superior a três meses, determinada a partir da depuração de um marcador de filtração glomerular como a creatinina sérica, também utilizada para estimar a taxa de filtração glomerular (TFG) (Porto *et al.*, 2017; Salgado *et al.*, 2010).

A falha na função renal pode ser decorrente da intensidade de estímulos agressivos, ocasionando um comprometimento funcional dos néfrons e o sistema renal, por sua vez, gera um mecanismo compensatório no qual os néfrons remanescentes desempenham a função renal por um determinado período até que ocorra a falha definitiva (Da Silva Nunes, 2007).

A função renal desempenha papel importante em diversos processos como a homeostase sanguínea, integridade mineral óssea e pressão arterial sistêmica; e nessas condições, um número reduzido de néfrons resulta em complicações que envolvem a desregulação dos sistemas orgânicos (Romagnani *et al.*, 2017).

Diversas complicações estão associadas à DRC, gerando um estado inflamatório constante relacionado a fatores como estado urêmico, acidose metabólica, sobrecarga crônica de volume, entre outros. O risco elevado de complicações sistêmicas a DRC constitui um importante desafio à equipe de saúde e, diante disso, é adotada uma subdivisão em estágios da doença para facilitar o diagnóstico, monitoramento e as bases terapêuticas propostas (Akizawa *et al.*, 2018).

A função renal é classificada com base na estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) quando inferior de 60ml/min/1,73m² e/ou dano renal. A Taxa

de filtração glomerular (TFG) é realizada a partir de equações de predição que utilizam creatinina sérica, sexo, idade e etnicidade, como, por exemplo, a Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI). Valores inferiores a esse nível elevam os riscos de complicações da DRC e desfechos negativos (Stevens; Levin, 2013; Stolpe *et al.*, 2021; Skalsky *et al.*, 2022).

A Diretriz Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO), define as categorias de eTFG para a classificação da DRC em 5 estágios. O estágio 1 ocorre quando a eTFG ≥ 90 mL/min/1.73m² na presença de proteinúria ou hematúria glomerular ou com alteração no exame de imagem. No estágio 2, a eTFG varia de 60-89 mL/min/1.73 m². O estágio 3 é definido quando a eTFG = 30-59 mL/min/1.73 m², e subdivide-se nas categorias G3a (45 a 59 mL/min por 1,73 m²) e G3b (30 a 44 mL/min por 1,73 m²). E os estágios 4 e 5, indicam lesão renal severa com a eTFG = 15-29 mL/min/1.73m² e <15 mL/min/1.73m², respectivamente (Figura 1) (NATIONAL KIDNEY FOUNDATION, 2013).

Figura 1: Estadiamento da DRC conforme a função renal decrescente definida pela eTFG.

Prognóstico de DRC por TFG e Categorias de Albuminúria: KDIGO 2012				Categorias de albuminúria persistente. Descrição e alcance		
				A1	A2	A3
				Normal a ligeiramente aumentado	Moderadamente aumentado	Gravemente aumentado
				< 30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g 30 mg/mmol
Categorias TFG (mL/min/1,73 m ²). Descrição e alcance	G1	Normal ou alto	≥ 90			
	G2	Levemente diminuída	60-89			
	G3a	Levemente a moderadamente diminuída	45-59			
	G3b	Moderadamente a gravemente diminuída	30-44			
	G4	Gravemente diminuída	15-29			
	G5	Insuficiência renal	<15			
Verde: baixo risco (se não houver outros marcadores de doença renal, sem DRC); Amarelo: risco moderadamente aumentado; Laranja: alto risco; Vermelho: risco muito alto.						

Fonte: KDIGO (2013).

Para o tratamento da DRC, fatores que abrangem a patologia devem ser reconhecidos e analisados, como o estadiamento, a velocidade de redução da filtração glomerular e outras complicações associadas à doença de base. A

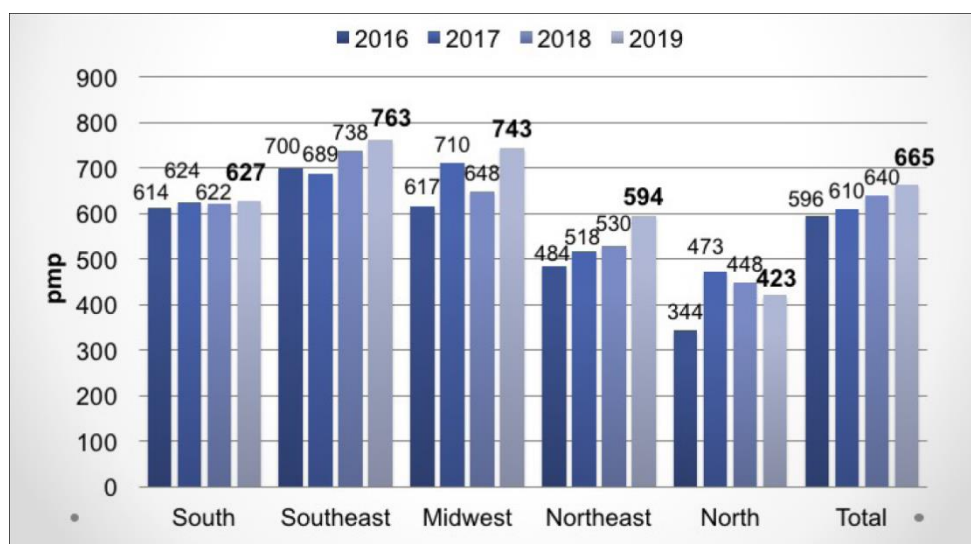
terapia renal substitutiva, por sua vez, é adotada no estágio mais avançado para suprir os danos causados pela DRC (Debone *et al.*, 2017).

3.2 Epidemiologia da Doença Renal Crônica

A Doença Renal Crônica (DRC) é um problema de saúde pública de alta prevalência que tem sido investigado pela comunidade científica em todo o mundo, principalmente pelas transições epidemiológicas ocorridas nos últimos anos. Estima-se que 10% da população mundial têm DRC, entretanto, devido às diversas abordagens empregadas para avaliar e diagnosticar a doença observa-se uma variação de prevalência entre regiões (Luyckx *et al.*, 2021; Gouvêa *et al.*, 2022).

Em 2019 uma estimativa do Censo Brasileiro de Diálise Crônica apontou que 139.691 pessoas viviam com DRC e estavam em terapia renal substitutiva. A prevalência global de pacientes em diálise crônica sofreu um aumento de 3,9% em relação ao ano anterior, com exceção da região Norte do país, na qual se verificou uma redução de 5,6% (Figura 2) (Neves *et al.*, 2021).

Figura 2. Prevalência estimada de pacientes em diálise por região geográfica no Brasil, 2016-2019 (por milhão da população).



Fonte: Neves, 2021.

A doença renal, na maioria dos casos, caracteriza-se como uma doença assintomática em estágios iniciais, manifestando os primeiros sinais somente após uma progressão avançada da lesão renal. Em Santa Catarina, um estudo

verificou que 45% dos pacientes hipertensos avaliados já apresentavam a doença renal em estágio 2, o que confirma a importância do diagnóstico e manejo precoce para um melhor controle da doença (Dallacosta; Dallacosta; Mitrus, 2017).

Pinheiro *et al.* (2019), destacam que pacientes com DRC estão mais propícios a hospitalizações e que estes, ao serem submetidos às terapias farmacológicas e nutricionais somadas ao risco de infecções hospitalares, têm chances mais elevadas de evoluir a um quadro de lesão renal aguda (LRA).

Um estudo epidemiológico realizado no nordeste brasileiro de 2013 a 2017 registrou 47.882 internações por doença renal. Além disso, os custos hospitalares em relação à DRC atingiram a marca de R\$79 milhões, estimando-se uma média de R\$1816,11 por internação/dia em hospitais, resultando em um impacto financeiro significativo na saúde (Júnior *et al.*, 2019).

Em relação à taxa de mortalidade global por DRC, houve um aumento de 41,5% entre os anos de 1990 e 2017, envolvendo pacientes de todas as faixas etárias. Além disso, a prevalência global de DRC em 2017 foi de 9,1% de casos com 697,5 milhões registrados em todos os estágios da patologia (Bikbov *et al.*, 2020).

No Brasil, a taxa de mortalidade anual por DRC foi de aproximadamente 18,2% em 2019. Dentre os pacientes em terapia dialítica, a hemodiálise foi o tratamento com maior número de pacientes (92,3%), seguido da diálise peritoneal (6,8%); e 23,6% dos pacientes encontravam-se em fila de espera para transplante. Em suma, Neves *et al.* (2021), observaram um aumento contínuo do número de pacientes em diálise e em espera para transplante, além de uma redução da mortalidade bruta.

O Inquérito Brasileiro de Diálise aponta que, em 2019, o Brasil manteve um aumento progressivo de paciente em diálise e, no Estado do Maranhão, a prevalência estimada foi de 338 pacientes por milhão (Neves *et al.*, 2021). Ainda, de acordo com Thomé *et al.* (2019), o Estado apresentou uma incidência anual estimada de 84ppm.

3.3 Doença Renal e Composição corporal

A DRC está associada a alterações na composição corporal e capacidade funcional, uma vez que o excesso de gordura corporal e o declínio de massa muscular têm sido relacionados ao pior prognóstico, risco de hospitalização, piora na qualidade de vida e mortalidade em pacientes com doença renal crônica. Ainda, evidências apontam que um pior estado nutricional em pacientes que estão iniciando tratamento dialítico promove uma redução da sobrevida e outras complicações (Carrero *et al.*, 2016).

A avaliação de composição corporal em pacientes com DRC exige um monitoramento constante para se obter um estado nutricional adequado, além do controle de outras complicações como por exemplo, desequilíbrios ácido-base, edemas, uremia, distúrbios minerais e ósseos, auxiliando no controle da progressão da lesão renal, com o intuito de retardar o início de terapia substitutiva (Kalantar-Zadeh, Fouque, 2017; De Lima Pereira; Cândido, 2022).

A redução de massa muscular tem sido discutida em alguns estudos como consequência da evolução da doença por ter uma maior prevalência em pacientes dialíticos quando comparado a pacientes em estágios iniciais, sugerindo-se que o declínio de massa muscular progride conforme a piora da função renal. Ademais, a obesidade também ocorre frequentemente em pacientes com DRC e sua prevalência tem aumentado nos últimos anos (Dierkes *et al.*, 2018; Moreno-Gonzalez *et al.*, 2020). Dados do censo brasileiro apontam uma elevada prevalência de sobrepeso e obesidade para 41% entre pacientes dialíticos (NEVES *et al.*, 2020).

O índice de massa corporal (IMC) elevado está relacionado às alterações metabólicas e hormonais, favorecendo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, resistência à insulina, diabetes, hipertensão e dislipidemias, que são fatores de risco importantes para DRC. A fisiopatologia da doença renal crônica associada à obesidade tem forte influência sob fatores como hiperfiltração e vasodilatação renal, ocasionando uma lipotoxicidade e aumento do metabolismo de ácidos graxos e, consequentemente, causando apoptose e fibrose que são fatores causais da DRC (Silva Junior *et al.*, 2017; Bulbul *et al.*, 2018).

Entretanto, existem evidências de que indivíduos com IMC adequado e percentual de gordura corporal (PGC) elevado apresentam maior risco de desenvolver doenças metabólicas (LIN; LIM; HUNG, 2018; BELLISSIMO *et al.*, 2020). No caso da DRC, estudos apresentam que o PGC elevado representa um importante risco para efeitos deletérios na função renal (Kim *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2018).

Diversos autores exploram a obesidade como um fator de risco modificável para DRC. A perda de peso através de cirurgia bariátrica ou por modificações do estilo de vida promove uma melhora rápida dos fatores de risco para DRC, como diabetes, dislipidemia, hiper filtração glomerular e proteinúria (Heffron *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, a avaliação periódica da composição corporal favorece melhora clínica expressiva no paciente com DRC, visto que a composição corporal é uma importante ferramenta para o direcionamento adequado do tratamento.

3.4 Avaliação da composição corporal

O aumento da prevalência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) desencadeou a utilização constante de diversas técnicas de avaliação corporal, as quais desempenham um importante papel no monitoramento de fatores de risco a partir da quantificação dos componentes estruturais do corpo (Gusmão-Sena *et al.*, 2016).

Atualmente existem diversos métodos disponíveis para avaliação da composição corporal e diagnóstico nutricional. Entretanto, muitos métodos ainda são pouco utilizados devido ao alto custo ou por apresentarem formatos inviáveis para avaliação rápida de um numeroso grupo de indivíduos. Assim a comunidade científica tem buscado desenvolver técnicas simples e de fácil reprodutibilidade para obtenção de um resultado eficaz (Woolcott; Bergman, 2018).

O IMC é considerado a ferramenta mais utilizada na avaliação do estado nutricional em todas as idades, sendo uma variável dependente apenas de peso e altura, obtida através da divisão do peso (Kg) pelo quadrado da altura (m^2). Contudo, apesar de amplamente difundido, é uma estimativa imprecisa da distribuição de massa gorda, visto que indivíduos musculosos ou indivíduos com

mais gordura subcutânea podem apresentar um IMC tão alto quanto aqueles com maior gordura visceral (Kovesdy *et al.*, 2017).

Ferramentas alternativas para avaliação corporal, em especial, de gordura visceral, incluem medidas antropométricas como a circunferência da cintura, quadril, pescoço, braço e panturrilha; além da relação cintura-estatura (RCE) e relação cintura-quadril (RCQ) (Kovesdy *et al.*, 2017).

A bioimpedância elétrica (BIA) é um método não invasivo, prático e indolor, baseado na passagem de corrente elétrica de baixa intensidade através do corpo. Para avaliar a composição corporal, a BIA emprega uma técnica de análise dos níveis de condução elétrica nos tecidos biológicos frente às diversas frequências de corrente elétrica (Sossou *et al.*, 2022).

O fato de a BIA ser um método não invasivo, relativamente de baixo custo e tecnologicamente simples, utilizando equipamentos portáteis, sua utilização torna-se fácil e prática tanto em pesquisas como na prática clínica. Ainda, a BIA possibilita a estimativa de uma gama de parâmetros da composição corporal, seguindo uma análise de corpo inteiro ou segmentar (Campa *et al.*, 2021).

A bioimpedância elétrica é utilizada, de modo geral, para a determinação da composição corporal com base em parâmetros de interesse clínico como a massa de gordura corporal, massa livre de gordura, massa de água intracelular, massa de água extracelular e massa de água corporal total. Esses parâmetros são importantes para a avaliação nutricional, o monitoramento de pacientes com doenças crônicas, acompanhamento da sarcopenia e prognóstico de outras doenças (Mialich *et al.*, 2014). Portanto o método de avaliação da composição corporal fomenta melhorar os processos de avaliação e classificação da composição corporal.

4 METODOLOGIA

4.1 Modelo do Estudo e População

Trata-se de um estudo transversal, no qual a amostra foi constituída por indivíduos atendidos no Centro de Prevenção de Doenças Renais Crônicas, anexo do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão. Adicionalmente os acompanhantes dos pacientes foram convidados a participar para formação do grupo controle. Também fizeram parte do grupo controle,

alunos do Curso de Formação de Oficiais (CFO) dos Bombeiros e Polícia Militar da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). A amostra foi formada por participantes de ambos os gêneros, com idade igual ou superior a 18 anos, sendo a maior idade dos indivíduos estudados de 78 anos.

4.2 Cálculo Amostral

A população estudada foi constituída por indivíduos atendidos em um centro de referência, segundo dados fornecidos pela instituição, N=600 pacientes. Para a realização do cálculo amostral, utilizou-se a equação proposta por Rea & Parker (2000). Considerou-se um intervalo de confiança de 95%, um erro absoluto amostral de 5,0%, e prevalência de DRC em adultos 10% (Cheng *et al.*, 2017) e adição de 10% para possíveis perdas ou recusas, de acordo com a equação:

$$n = (Z\alpha^2 \cdot P \cdot Q \cdot N) / (Z\alpha^2 \cdot P \cdot Q + (N-1) \cdot E^2)$$

Onde: n – amostra calculada (número de pacientes); $Z\alpha$ – variável correspondente ao nível de confiança (1,96); P – prevalência dos fatores associados a causa (10%); Q – variável associada aos indivíduos que não pertencem à categoria de interesse ($1 - P = 0,911$); N – tamanho da população de referência (600 pacientes); E – erro amostral (5,0%).

Por fim, a partir do total de 600 usuários atendidos, a amostra calculada foi de aproximadamente 112 pacientes. Somando-se 10% referente às possíveis perdas ou recusas, o tamanho mínimo da amostra corresponde a 123 pacientes.

4.3 Critérios de Inclusão e Não Inclusão

4.3.1 Inclusão

Faixa etária igual ou superior a 18 anos sendo a maior idade dos indivíduos estudados de 78 anos e ser capaz de responder individualmente e verbalmente as perguntas da anamnese aplicada pelos pesquisadores.

4.3.2 Exclusão

Participantes que apresentaram incapacidade física que impossibilitou ou comprometeu as medidas antropométricas; gestantes ou lactantes; aqueles que possuíam comprometimento cognitivo causados por doenças como Alzheimer ou distúrbios mentais.

Quanto ao grupo Controle: não foram incluídos pacientes com doenças de base como diabetes, doença cardiovascular, hipertensão, histórico de infecção urinária, hipertensão e/ou doença renal na família.

4.4 Instrumentos de Coleta e Avaliação dos Dados

A aferição de todos os parâmetros foi realizada em uma sala preparada e a coleta de dados foi realizada em duas etapas. Os dados foram coletados através de um questionário elaborado especialmente para este estudo (APÊNDICE B).

Primeiramente foi realizada a captação das pacientes, e os que aceitaram participar voluntariamente assinaram o TCLE (APÊNDICE A) e passaram por uma entrevista para aplicação do questionário semi-estruturado em formato *Google Forms*, seguido de avaliação antropométrica e hemodinâmica. Após estes procedimentos, foi marcada para o dia posterior a coleta dos exames laboratoriais e avaliação da composição corporal.

Por fim, os resultados foram entregues aos participantes e, os que apresentarem valores alterados, foram orientados a buscar um profissional de saúde. Todas as medidas sanitárias preconizadas pela Organização Mundial de Saúde foram realizadas para evitar a propagação e/ou contaminação de Covid-19.

4.4.1 Variáveis Sociodemográficas

- Idade decimal: calculada pela diferença entre a data de nascimento e data da coleta de dados;
- Gênero: auto declarado pelo participante;
- Estado civil: auto declarado pelo participante;
- Gravidez: auto declarado pela participante;

- Cor: auto declarada com base no Instituto Brasileiro Geografia e Estatística;
- Moradia: zona rural ou zona urbana;
- Renda familiar total;
- Número de moradores no domicílio.

4.4.2 Variáveis Referentes a Hábitos Alimentares e Estilo de Vida

- Prática de atividade física: tipo de exercício, minutos por dia e quantas vezes na semana;
- Tabagismo: quantos cigarros por dia e quantas vezes na semana;
- Etilismo: quantos copos, quantas vezes na semana e tipo de bebida;
- Uso de medicamento contínuo;
- Presença de fatores de risco cardiovasculares (pressão arterial elevada, diabetes, dislipidemia, cirurgia cardíaca, síndrome do ovário policístico);
- Presença de fatores de risco cardiovasculares em familiares (pressão arterial elevada, diabetes, dislipidemia, cirurgia cardíaca, derrame e enfarte).

4.4.3 Indicadores Antropométricos

Todas as medidas dos indicadores antropométricos foram tomadas com o mesmo instrumento, portanto, a variabilidade intra e inter observador para tomar as medidas foram muito insignificantes. Todas as medidas foram efetuadas em duplicata, e as médias consideradas para análise dos dados (Eveleth; Tanner, 1976).

As medidas antropométricas incluindo peso, altura e circunferência da cintura, quadril, braço, panturrilha e pescoço foram obtidos utilizando técnicas padronizadas e por pesquisadores previamente treinados (Lohman *et al.*, 1988). O peso foi aferido em balança eletrônica calibrada (Omron Healthcare®, HBF-214, Japan) com resolução de 0,1 kg. A altura foi determinada através de estadiômetro transportável vertical com resolução de 0,1 cm (Seca® 213, Hamburg, Germany). O índice de massa corporal (IMC) foi obtido através da

razão entre peso (Kg) e o quadrado da altura (m²). O diagnóstico do estado nutricional teve por base os pontos de corte da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2000), conforme quadro 1:

Quadro 1: Classificação do peso pelo IMC.

Classificação	IMC (kg/m²)	Risco de Comorbidade
Baixo peso	< 18,5	Baixo
Peso normal	18,5-24,9	Médio
Sobrepeso	≥ 25	-
Pré-obeso	25,0 a 29,9	Aumentado
Obeso I	30,0 a 34,9	Moderado
Obeso II	35,0 a 39,9	Grave
Obeso III	≥ 40,0	Muito grave

Fonte: OMS, 2000.

A circunferência da cintura foi aferida utilizando uma fita métrica inelástica com precisão de 0,1 cm (Seca® 213, Hamburg, Germany) e sem comprimir a superfície corporal. Os indivíduos foram convidados a ficar eretos em posição relaxada com os dois pés juntos sobre uma superfície plana, uma camada de roupa será aceita. A CC foi mensurada no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca na respiração mínima. Adiposidade abdominal foi estimada através dos pontos de corte para sexo (ABESO, 2016): ≥94 cm para homens e ≥ 80 cm para mulheres.

A circunferência do braço relaxado ou normal foi medida com o avaliado em posição ortostática, antebraços em posição supinada, a fita passada por cima do ponto umeral (Faria, 2011). O ponto meso-umeral é ponto médio entre o acrômio e o olecrânio. Quadril: com o avaliado em posição ortostática, braços levemente afastados e pés juntos, a fita foi colocada em um plano horizontal no ponto de maior circunferência das nádegas (Faria, 2011). As medidas foram tomadas lateralmente. Panturrilha: com o avaliado em posição ortostática e as pernas levemente afastadas, colocou-se a fita no plano horizontal, no ponto de maior circunferência (Faria, 2011).

Relação circunferência cintura/quadril (RCQ) foi calculada pela seguinte fórmula: [circunferência da cintura (cm) /circunferência do quadril (cm)] (ABESO, 2016). A OMS (2000) considera a RCQ um dos critérios para caracterizar a síndrome metabólica, com valores de corte de 0,90 para homens e 0,85 para mulheres. A relação cintura/ estatura foi calculada através da fórmula: [circunferência da cintura (cm) /altura (cm)] (Ashwell; Hsieh, 2005).

Foi mensurada a dobra subescapular no sentido diagonal – 45° de inclinação em relação ao plano horizontal natural, o pinçamento exatamente abaixo do ângulo inferior da escápula (Lohman *et al.*, 1991). A dobra cutânea tricipital, foi mensurada no ponto anatômico vertical (linha média) e ponto meso-umeral, dobra na região posterior do braço, o pinçamento no ponto médio posterior do braço (Ross *et al.*, 2000).

4.4.4 Análise da Composição Corporal

4.4.4.1 Bioimpedância Elétrica (BIA)

O percentual de gordura corporal, massa magra, peso mínimo e máximo, taxa de metabolismo e % água foi estimado através do aparelho de bioimpedância modelo tetrapolar (Maltron®, BF-906, Cardiomed/Brazil), de acordo com os protocolos de uso estabelecido em seu manual instrumental.

4.4.5 Perfil Hemodinâmico

A mensuração e classificação da pressão arterial (PA) se baseou no protocolo da VII Diretrizes Brasileira de Hipertensão (2016), onde a medida da PA foi realizada pelo método indireto, com técnica auscultatória e com uso de esfigmomanômetro aneróide devidamente calibrado, explicando-se o procedimento ao paciente e este permaneceu em repouso por pelo menos cinco minutos em ambiente calmo e confortável. O paciente foi instruído a não conversar durante a medida. Possíveis dúvidas foram esclarecidas antes e/ou após o procedimento, o participante permanece na posição sentada, com as pernas descruzadas, pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e relaxado. O braço na altura do coração (nível do ponto médio do esterno ou

quarto espaço intercostal), livre de roupas, apoiado, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente fletido.

4.5 Construção e validação do modelo computacional

O presente estudo utilizou o método de aprendizado de máquina supervisionado, onde o algoritmo é treinado a partir de um conjunto de exemplos rotulados com o objetivo de aprender uma função desejada. O rótulo/classe é definido como um fenômeno de interesse, o qual se pretende gerar uma predição (Lorena; Carvalho, 2007). De modo geral, o objetivo do algoritmo é produzir um classificador capaz de determinar corretamente a classe de novos exemplos não rotulados (Monard; Baranauskas, 2003). Um problema de classificação pode ser do tipo binário ou multiclasse, para prever duas classes ou mais de duas classes, respectivamente.

Para estimar a taxa de predições corretas ou incorretas obtidas pelo classificador sobre novos dados, o banco de dados é dividido em duas partes: treinamento e teste. A etapa de treinamento consiste na generalização do classificador, ou seja, espera-se que o mesmo consiga classificar corretamente novos dados. Na etapa de teste o algoritmo classificará os indivíduos que não foram utilizados na etapa de treinamento, o resultado obtido será comparado à classe rotulada inicialmente, e a partir dos resultados obtidos serão calculados os indicadores de desempenho acurácia, sensibilidade e especificidade (Bengio, Courville, Vincent, 2013; Lecun, Bengio, Hinton, 2015).

Em situações de diagnóstico e classificação de doenças, técnicas do Aprendizado de Máquina (AM) têm se mostrado eficazes (Santos, 2016), e oferecem uma previsão mais exata sobre o estado de saúde do indivíduo (Lenart *et al.*, 2016), desempenhando um papel fundamental na predição de doenças como dengue, hepatite, diabetes, doenças cardiovasculares, doença renal e câncer (Nithya; Llango, 2017; Santos 2016).

O classificador possui parâmetros a serem modificados, os quais influenciam diretamente no resultado da classificação, com o intuito de adequar o classificador aos dados que serão classificados. Para generalização desses parâmetros e a fim de evitar *overfitting*, foi aplicado o teste de validação cruzada *5-fold cross validation*, que consiste em dividir o conjunto em duas etapas:

treinamento e teste. Essa técnica repete o processo de divisão em 5 vezes até que percorra todo o conjunto de dados (Sidey-Gibbons *et al.*, 2019).

Para avaliar o desempenho dos algoritmos classificadores foram utilizadas as medidas de desempenho acurácia, sensibilidade e especificidade, tais medidas foram utilizadas no estudo de Ribeiro (2015):

- Verdadeiro Positivo (VP) - Diagnóstico do paciente positivo para doença e classificada corretamente como presente;
- Falso Positivo (FP) - Diagnóstico do paciente positivo para doença e classificada erroneamente como ausente;
- Verdadeiro Negativo (VN) – Diagnóstico de paciente negativo para doença classificado corretamente como ausente;
- Falso Negativo (FN) - Diagnóstico do paciente negativo para doença e classificada erroneamente como presente.

A sensibilidade refere-se à capacidade do classificador identificar os pacientes com risco da doença.

$$sensibilidade = \frac{VP}{VP + FN}$$

A especificidade é o quanto o classificador é capaz de identificar pacientes normais.

$$especificidade = \frac{VN}{VN + FP}$$

A acurácia é o nível de acerto do teste que o classificador obteve.

$$acurácia = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

A representação gráfica da área sob a curva ROC (AUROC), também foi utilizada como métrica de desempenho. Tal curva é gerada plotando-se a sensibilidade (taxa positiva verdadeira) no eixo y em relação a especificidade (taxa de falsos positivos) no eixo x. Dessa forma, para que um teste de diagnóstico seja considerado preciso, é necessário existir uma curva no triângulo superior esquerdo acima da linha de referência. E quando mais próximo essa curva estiver do canto superior esquerdo, ou seja, mais próximo de 1 melhor será

o desempenho do método (Hoo; Candlish; Teare, 2017).

4.5.1 Desenvolvimento do aplicativo

A priori o aplicativo (*app*) foi desenvolvido para o sistema Android, devido à grande predominância deste sistema no mercado de dispositivos móveis (86,7% do mercado mundial) (IDC, 2022), assim poderá alcançar uma grande parcela da população. O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o Android Studio, fornecido de forma gratuita pela Google. Foi utilizado também o método de desenvolvimento incremental, que permite um levantamento rápido dos requisitos do aplicativo e de uma versão inicial, onde cada etapa desenvolvida poderá ser avaliada e, caso necessário, ajustada com eficiência (Pressman, 2011).

O presente estudo obteve a aprovação do Registro de Programa de Computador (RPC) – INPI no processo: 512024000264-2. (ANEXO D).

4.6 Processamento e Tratamento Estatístico

Para o arquivo de dados e a análise estatística, foi utilizado o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, USA*) versão 19.0. Os dados foram tratados por meio de procedimentos descritivos (média ou mediana e desvio padrão).

4.7 Aspectos Éticos

O presente estudo possui aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Maranhão CAAE: 67030517.5.0000.5087.(ANEXO A) Os voluntários foram incluídos após serem informados, em detalhes, sobre o estudo e preencheram corretamente o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). O presente estudo foi conduzido de acordo com a resolução CONEPE n°. 466/2012. Garantiu-se a confidencialidade dos dados e qualquer momento o voluntário teve o direito de desistir de participar do estudo.

5 RESULTADOS

5.1. Dados sociodemográficos, antropométricos e hemodinâmicos

5.1.1 Perfil sociodemográfico e caracterização antropométrica e hemodinâmica

A partir da coleta de dados obteve-se um total de 244 indivíduos, dentre os quais 76,2% (n=186) são do gênero feminino e 23,8% (n= 58) são do gênero masculino. A idade média da amostra foi de $46,14 \pm 15,19$ anos e o estado civil casado (a)/união estável apresentou maior predominância (48,4%, n= 118) (tabela 1). Do total, 56,6% (n=138) são adultos hígidos e 43,4% (n=106) são adultos com alteração na função renal.

Tabela 1. Perfil sociodemográficos de adultos hígidos e com alteração na função renal em São Luís- MA (n = 244).

Variável	Frequência (%)	(n)
Gênero		
<i>Masculino</i>	23,8	58
<i>Feminino</i>	76,2	186
Estado Civil		
<i>Solteiro(a)</i>	43,9	107
<i>Casado(a)/União estável</i>	48,4	118
<i>Divorciado(a)</i>	3,7	9
<i>Viúvo(a)</i>	4,1	10

Fonte: Autor, 2024

Quanto às variáveis antropométricas e hemodinâmicas, a tabela 2 apresenta a caracterização da amostra descrita em média $\pm$ desvio padrão.

Tabela 2. Caracterização antropométrica e hemodinâmica de adultos hígidos e com alteração na função renal em São Luís- MA (n = 244).

Variável	Média	DP
Peso (kg)	67,06	15,19
Altura (cm)	157	13,31
IMC (kg/m ²)	26,96	0,08

CC (cm)	85,93	4,68
CB (cm)	30,11	12,94
CPANT (cm)	35,59	4,04
PAS (mmHg)	124,35	3,53
PAD (mmHg)	78,27	23,77
PGC	36,03	11,95

Abreviações: DP – desvio padrão; kg - quilograma; cm - centímetro; IMC - Índice de Massa Corporal; kg/m² - quilograma por metro quadrado; CC - circunferência da cintura; CB - circunferência do braço; CPANT - circunferência da panturrilha; PAS - pressão arterial sistólica; PAD - pressão arterial diastólica; mmHg - milímetros de Mercúrio; PGC - percentual de gordura corporal.

Fonte:Autor, 2024

A tabela 2, mostra que a média do IMC foi de $26,96 \pm 0,08$ kg/m², e o percentual de gordura corporal médio foi de $36,03\% \pm 11,95\%$, visto que o excesso de gordura corporal é considerado um preditor independente para a progressão da DRC.

5.1.2 Dados sociodemográficos, antropométricos e hemodinâmicos dos pacientes sem DRC e com DRC

A tabela 3 demonstra a distribuição dos 244 indivíduos segundo a idade, gênero e estágio da doença renal crônica, os quais foram caracterizados sem DRC e com DRC. Destaca-se que a idade média dos pacientes foi de $46 \pm 15,19$ compreendendo indivíduos entre 18 a 78 anos de idade, sendo que o mais idoso e o mais jovem não apresentam DRC. O gênero feminino entre os indivíduos estudados foi o mais frequente com diagnóstico de DRC em 69 pacientes. O estadiamento da função renal demonstrou que 138 (56,6%) indivíduos foram classificados sem DRC, contudo entre os 106 (43,4%) pacientes com DRC o estadiamento 1 foi o mais frequente acometendo 71 (67%) indivíduos.

Tabela 3. Distribuição dos pacientes segundo a idade, gênero e estágio de doença renal crônica

Descrição	Idade Média $\pm$ DP (Min - Max) anos	Descrição	Idade Média $\pm$ DP (Min - Max) anos	
Pacientes Totais	46 $\pm$ 15,19 (18 – 78)	Sem DRC	40 $\pm$ 14,26 (18 – 78) anos	
		Com DRC	54 $\pm$ 12,50 (20 – 77)	
Descrição	Quantidade Pacientes	Descrição	Quantidade Pacientes	
Gênero	Feminino	186	Sem DRC	117
			Com DRC	69
	Masculino	58	Sem DRC	21
			Com DRC	37
Descrição	Quantidade de Pacientes	Estágio DRC	Quantidade de Pacientes	Percentual %
Pacientes sem DRC	138	0	138	100
Pacientes com DRC	106	1	71	67
		2	11	10,4
		3	10	9,4
		4	10	9,4
		5	4	3,8

Fonte:Autor, 2024

Quanto a análise dos indicadores antropométricos e hemodinâmica verificou-se que o peso médio dos pacientes com DRC foi 69,60 $\pm$ 12,72 (39,50 – 103,70) (tabela 4).

Tabela 4. Caracterização antropométrica e hemodinâmica de pacientes sem DRC e com DRC

Descrição	Peso Médio $\pm$ DP (Min - Max) Kg	Descrição	Peso Médio $\pm$ DP (Min - Max) Kg
Pacientes Totais	67,06 $\pm$ 13,31 (38,70 – 109,40)	Sem DRC	65,10 $\pm$ 13,46 (38,70 – 109,40)
		Com DRC	69,60 $\pm$ 12,72 (39,50 – 103,70)

Descrição	Altura Média $\pm$ DP (Min - Max) m	Descrição	Altura Média $\pm$ DP (Min - Max) m
Pacientes Totais	1,57 $\pm$ 0,08 (1,42 – 1,77)	Sem DRC	1,57 $\pm$ 0,79 (1,44 – 1,76)
		Com DRC	1,58 $\pm$ 0,08 (1,42 – 1,77)
Descrição	Circunferência do Braço Média $\pm$ DP (Min - Max) cm	Descrição	Circunferência do Braço Média $\pm$ DP (Min - Max) cm
Pacientes Totais	30,11 $\pm$ 4,05 (19,00 – 40,50)	Sem DRC	29,62 $\pm$ 4,32 (19,00 – 40,50)
		Com DRC	30,74 $\pm$ 3,57 (21,00 – 39,50)
Descrição	Circunferência da Cintura Média $\pm$ DP (Min - Max) cm	Descrição	Circunferência da Cintura Média $\pm$ DP (Min - Max) cm
Pacientes Totais	85,93 $\pm$ 12,94 (54,00 – 123,00)	Sem DRC	82,80 $\pm$ 12,85 (54,00 – 116,50)
		Com DRC	90,01 $\pm$ 11,94 (64,50 – 123,00)
Descrição	Circunferência da Panturrilha Média $\pm$ DP (Min - Max) cm	Descrição	Circunferência da Panturrilha Média $\pm$ DP (Min - Max) cm
Pacientes Totais	35,60 $\pm$ 3,54 (27,00 – 46,00)	Sem DRC	35,39 $\pm$ 3,49 (27,00 – 45,00)
		Com DRC	35,89 $\pm$ 3,59 (28,00 – 46,00)
Descrição	Pressão Arterial Sistólica (PAS) Média $\pm$ DP (Min - Max) mmHg	Descrição	Pressão Arterial Sistólica (PAS) Média $\pm$ DP (Min - Max) mmHg
Pacientes Totais	124,35 $\pm$ 23,77 (78,00 – 220,00)	Sem DRC	117,34 $\pm$ 21,40 (80 – 220)
		Com DRC	35,84 $\pm$ 3,57

			(78 – 202)
Descrição	Pressão Arterial Diastólica (PAD) Média ± DP (Min - Max) mmHg	Descrição	Pressão Arterial Diastólica (PAD) Média ± DP (Min - Max) mmHg
Pacientes Totais	78,27 ± 11,95 (47,00 – 130,00)	Sem DRC	76,39 ± 11,34 (52,00 – 130,00)
		Com DRC	80,72 ± 12,34 (47,00 – 110,00)

Fonte: Autor, 2024

5.1.3 Análise dos métodos de classificadores e métricas utilizados no estudo

A tabela 5 apresenta as informações do desempenho dos métodos utilizados na classificação. As métricas utilizadas para avaliação dos modelos foram a sensibilidade, especificidade e acurácia. A sensibilidade indica a capacidade do método em classificar corretamente os indivíduos com percentual de gordura corporal (PGC) elevado, já a especificidade representa a capacidade de o método classificar corretamente os indivíduos com PGC normais e a acurácia é o acerto geral do método, ou seja, a capacidade do classificador acertar indivíduos com PGC elevado e normal.

Diversos modelos foram empregados para identificar as melhores variáveis para classificação do percentual de gordura dos indivíduos. Dentre estes, a Árvore de decisão apresentou-se como o modelo mais adequado com maior sensibilidade e especificidade (tabela 5).

Tabela 5. Resultados dos Classificadores Utilizados no Estudo.

Método	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
Árvore de Decisão	0,92	0,7	0,88
KNN (k = 7)	0,93	0,44	0,84
Regressão Logística	0,92	0,3	0,8
SVM Linear	0,85	0,67	0,82

SVM Polinomial	0,97	0,44	0,88
SVM RBF	0,97	0,56	0,9
SVM Sigmoides	0,95	0,22	0,82

Legenda: KNN- K-Nearest Neighbor, SVM- Máquina de Vetores de Suporte, RBF- Radial Basis Function.

Outra métrica utilizada para avaliar os métodos de classificação foi à análise pela curva ROC, o que permite uma melhor comparação do desempenho dos métodos. Embora o SVM com Kernel Linear apresente a maior área sob a curva ROC (AUC), no valor de 0,89, pela tabela 5 observa-se que o método com maior sensibilidade e especificidade é a Árvore de Decisão e possui AUC= 0,81 que é próximo ao valor de AUC do SVM com Kernel Linear. Portanto, o método de árvore de decisão se apresenta como o melhor método e será utilizado no desenvolvimento do aplicativo mobile.

A partir da testagem do modelo de Árvore de Decisão, as variáveis com melhor desempenho para classificação do percentual de gordura foram: gênero, idade, peso, altura, circunferência da cintura, circunferência do braço, circunferência da panturrilha, PAS e PAD; totalizando 9 variáveis de entrada.

Figura 3. Área sob a Curva ROC – Árvore de Decisão.

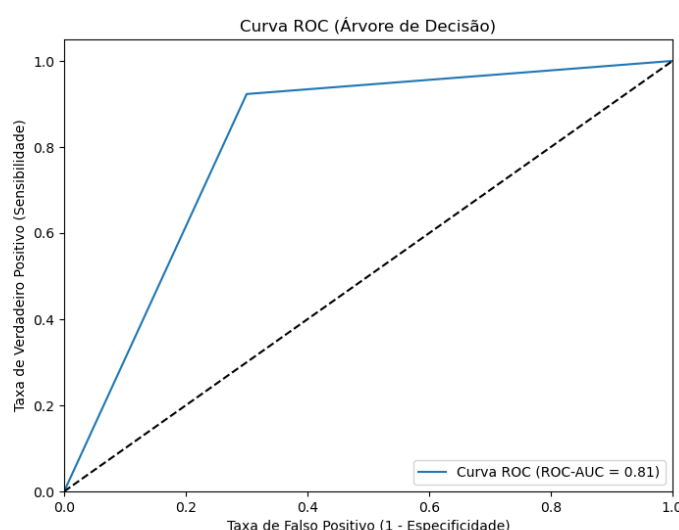


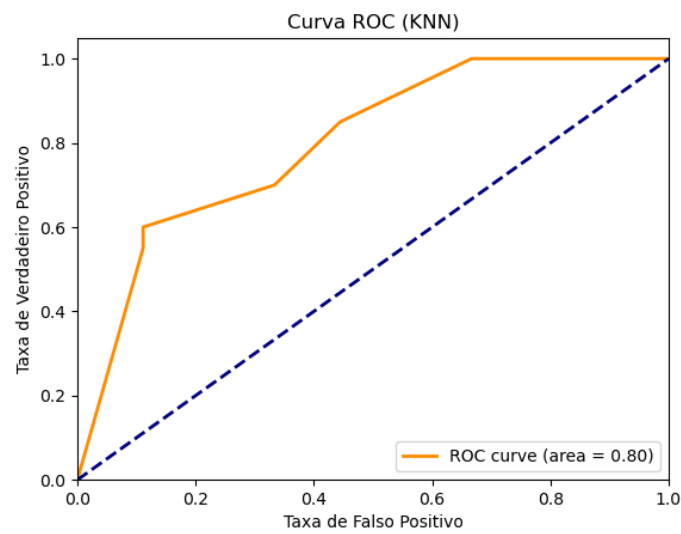
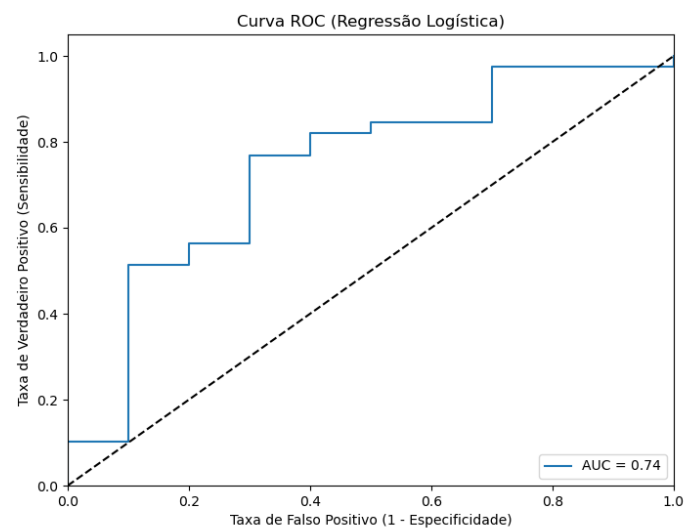
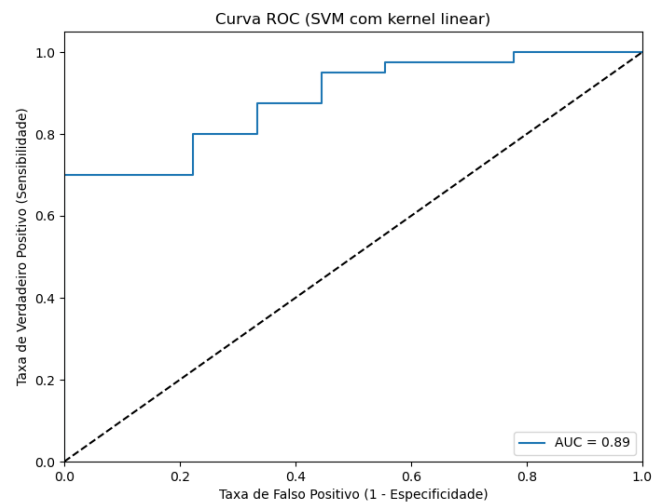
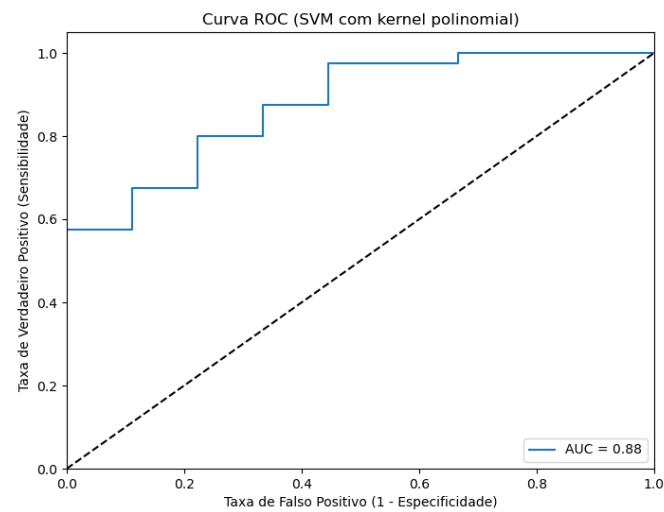
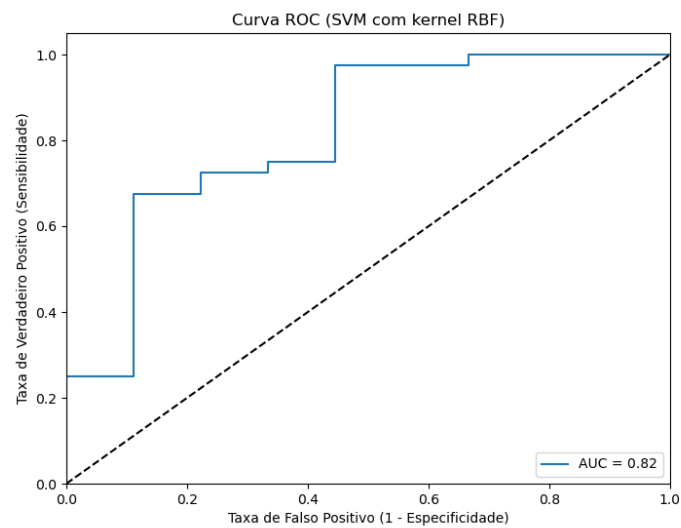
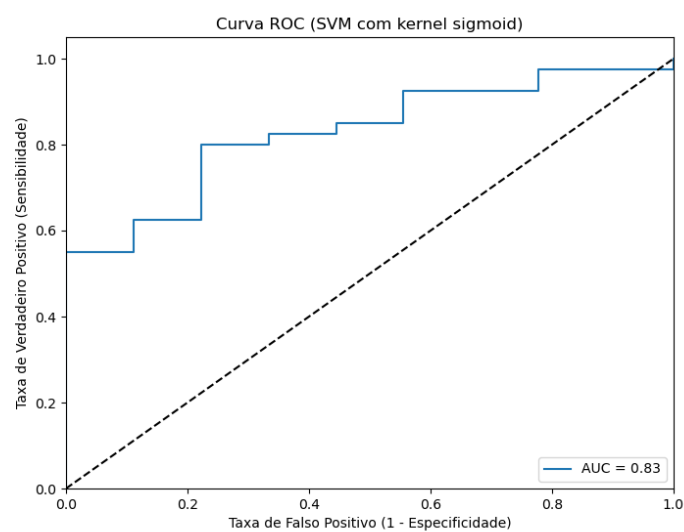
Figura 4. Área sob a Curva ROC – KNN.**Figura 5.** Área sob a Curva ROC – Regressão Logística.**Figura 6.** Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel linear.

Figura 7. Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel polinomial**Figura 8.** Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel RBF.**Figura 9.** Área sob a Curva ROC – SVM com Kernel sigmoid.

Na avaliação do excesso de gordura corporal, o método proposto é um método atrativo, de fácil aplicabilidade, baixo custo e fácil reprodutibilidade quando comparado a outros métodos de análise de composição corporal como a bioimpedância.

O método proposto apresentou um bom desempenho, resultado que pode ser explicado pelo emprego de variáveis preditoras, como as circunferências corporais, que são parâmetros difundidos na literatura para avaliação da composição corporal e associados à presença de gordura visceral e comorbidades como doenças cardiovasculares, além do uso de variáveis como gênero, idade, peso e altura simultaneamente, que são utilizadas frequentemente para avaliação nutricional e estado de saúde da população geral.

5.2 Funcionamento do Aplicativo Classificador do Percentual de Gordura em Paciente com Doença Renal Crônica

O aplicativo foi desenvolvido para sistema Android, utilizando o Android Studio, que é uma plataforma para desenvolvimento de aplicativos mobile fornecido pela própria Google e é de uso gratuito. Foi utilizada a linguagem de programação Java e o XML foi empregado na construção das interfaces com o usuário.

O objetivo do aplicativo é verificar se o Percentual de Gordura Corporal (PGC) de uma pessoa que possui Doença Renal Crônica (DRC) está elevado ou normal. Dessa forma, ao abrir o aplicativo o usuário é levado à primeira tela da aplicação (Figura 9), onde se insere informações da pessoa que se deseja verificar o PGC.

Do total, o usuário deve informar 9 parâmetros, são estes: gênero (masculino ou feminino), idade (anos), peso (Kg), altura (m^2), circunferência do braço (cm), circunferência da cintura (cm), circunferência da panturrilha (cm), Pressão Arterial Sistólica – PAS (mmHg) e Pressão Arterial Diastólica (mmHg). Após preencher todas as informações basta o usuário apertar o botão CONCLUIR.

Figura 10. Primeira tela do aplicativo.

The image displays two screenshots of a mobile application titled "Classificador Gordura Corporal Pacient...".

Left Screenshot (15:20, 10% battery): Shows the initial form with empty input fields for patient data.

Right Screenshot (15:12, 9% battery): Shows the form with the following data entered:

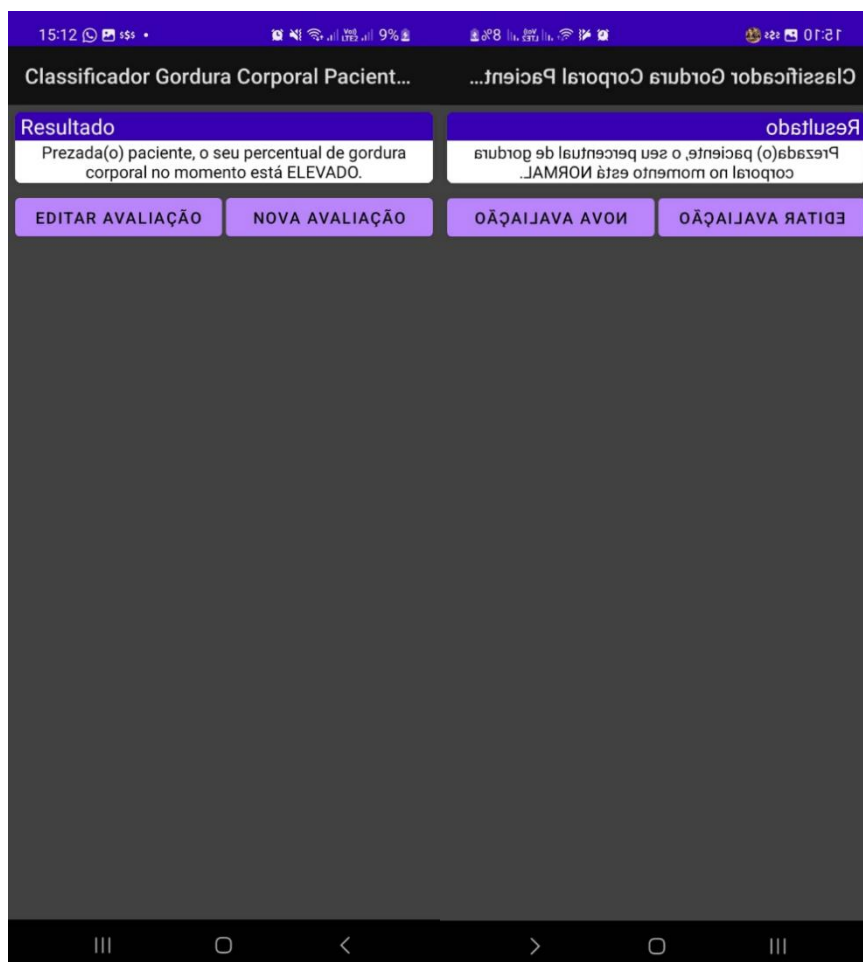
- Gênero: Feminino
- Idade: 33
- Peso: 56.8
- Altura: 1.49
- Medidas de Circunferências:
 - Circunferência do Braço: 29
 - Circunferência da Cintura: 77
 - Circunferência da Panturrilha: 36.5
- Pressão Arterial:
 - Sistólica (PAS): 95
 - Diastólica (PAD): 64

Both screenshots feature a "CONCLUIR" button at the bottom of the form.

Fonte:Autor, 2024

Quando o usuário clica em concluir, o sistema calcula automaticamente se o PGC da pessoa cujas informações pertencem está alterado ou normal, e exibe a segunda tela do aplicativo (Figura 10) que mostra o resultado ao usuário, informando a classificação do percentual de gordura (elevado ou normal).

Figura 11. Segunda Tela da Aplicação (Tela de Resultados).



Fonte:Autor, 2024

Caso o usuário tenha digitado alguma informação incorreta, para corrigir basta clicar no botão “EDITAR AVALIAÇÃO”, nesse caso o aplicativo retorna à primeira tela com todos os parâmetros preenchidos para que o usuário possa alterar a informação que inseriu erroneamente. Caso o usuário queira fazer uma nova avaliação, basta clicar no botão “NOVA AVALIAÇÃO” e o aplicativo retorna à primeira tela com todos os campos em branco. Por fim, caso o usuário não precise mais realizar nenhuma avaliação, basta fechar o aplicativo.

O monitoramento de fatores de risco associados às doenças crônicas, em especial, a DRC, considerada uma doença silenciosa em estágios iniciais; é extremamente importante para contribuir com o planejamento estratégico de ações de prevenção e promoção à saúde da população geral. Nesse sentido, o aplicativo desenvolvido torna-se uma ferramenta valiosa de triagem, uma vez auxilia na prevenção e controle da DRC e, principalmente, realiza o rastreamento

de um importante fator de risco, PGC, consolidado para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

O *app* auxiliará no desenvolvimento e emprego de medidas de controle, prevenção e promoção à saúde da população, a partir de uma avaliação rápida e consequente diagnóstico precoce, promovendo uma considerável redução de gastos em saúde como, por exemplo, com tratamentos medicamentosos e diálise.

Assim, o desenvolvimento de tecnologias, como os aplicativos mobiles, para auxiliar no emprego de estratégias de enfrentamento às doenças crônicas, atribuem-se a um importante papel na vigilância epidemiológica, bem como no controle e prevenção de doenças.

6 DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta uma discussão sobre alguns pontos a serem considerados pelos atores envolvidos na elaboração e implementação de um modelo computacional empregado nesse estudo que apresentou um ótimo desempenho na classificação do percentual de gordura corporal em adultos através de variáveis simples de circunferência corporal, quando comparado aos métodos mais usuais. Parte-se do panorama, até o momento apresentado, que contempla que o recurso tecnológico possa se configurar como valioso instrumento na classificação do percentual de gordura corporal em adultos hígidos e com alteração na função renal, para promoção da saúde, propiciando o repasse de informações, melhoria na comunicação e estímulo à autonomia de portadores de DRC.

Este estudo avaliou o percentual de gordura de adultos hígidos e com alteração na função renal. A DRC se configura como um problema de saúde pública mundial, responsável por cerca de 850 mil mortes ao ano. No Brasil, percebe-se grande prevalência, com cerca de 11 a 12 milhões de habitantes adultos vivendo com a doença (Sarmiento *et al.*, 2018; Leal; Rodrigues, 2019).

Os mecanismos relacionados à DRC, adiposidade e inflamação são complexos. O percentual de gordura corporal resulta em um estado inflamatório de baixo grau que, em paciente com DRC associam-se a maiores taxas de Doença Renal Crônica em Estágio Terminal. Ademais, a DRC gera um estado

inflamatório do tecido adiposo branco, produzindo reações de macrófagos a ácidos graxos livres (Declèves; Sharma, 2015; Kosmas *et al.*, 2018).

Ainda, favorece para as duas principais causas da alteração na função renal: a nefropatia diabética tipo 2 e glomerulosclerose hipertensiva, as quais associadas representam cerca de 75% das causas da DRC em estágio terminal (De Lima Pereira; Candido, 2022).

Quanto à distribuição por sexo houve predomínio de participantes do sexo feminino, fato também observado em demais trabalhos publicados no Brasil (Back *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Gasparini, 2018).

Em relação às variáveis antropométricas observou-se que o IMC médio da população estudada foi de 26,96kg/m² e o índice de massa corpórea foi de 36,03%. Ao efetuarmos a classificação do IMC, a maioria dos indivíduos encontrava-se na faixa de pré-obesidade. Achado semelhante ao encontrado no estudo de Gentile *et al.* (2021), em que a maioria dos pacientes estudados também apresentaram sobrepeso ou obesidade.

No entanto, segundo Departamento de Nutrição da Associação Brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica (ABESO, 2022), o IMC não é suficiente para avaliação da composição corporal, por isso, a utilização de outros métodos como a BIA conseguem avaliar qualitativa e quantitativamente as reservas de energia corporal, garantindo, portanto, uma avaliação mais profunda sobre a composição corporal em indivíduos com DRC.

Diversos índices antropométricos como Índice de Massa Corporal (IMC), Circunferência de Cintura (CC), Relação Cintura Quadril (RCQ), Relação Cintura-Estatura (RCEst) e Circunferência Abdominal (CA), têm sido postos em prática para determinar a relação entre sobrepeso e fatores de risco para doenças crônicas (Silva *et al.*, 2016).

O Índice de Adiposidade Corporal (IAC) permite a classificação do peso dos sujeitos em três classes: obesidade; peso em excesso e peso saudável. O IAC aliado à CC e ao IMC pode contribuir para a predição de risco cardiometabólico, pois estes três indicadores de forma semelhante e consistente estimam adiposidade e o risco de DCV, como consta do estudo de Mussi, Petróski (2019). Em nosso estudo, o peso dos participantes ficou em torno de 67,06, CC (cm) de 85,93, CB (cm) de 30,11 e CPANT (cm) média de 35,59. O

que vai ao encontro das definições de obesidade que são mais frequentemente baseadas no IMC e, de acordo com a proposta da Organização Mundial de Saúde (OMS, 1998), valores de IMC igual ou maior a 25,0 kg/m² e 30,0 kg/m² são utilizados para identificar sobrepeso e obesidade, respectivamente.

Embora seja fácil a obtenção do IMC, esta é uma estimativa imprecisa da distribuição da gordura corporal, além de não diferenciar massa magra e massa gorda. Desse modo, a gordura corporal pode diferir dentro de um mesmo valor de IMC e há evidências de que pacientes com DRC apresentam maior porcentagem de massa gorda quando comparados a indivíduos controles (Noori *et al.*, 2010).

A prevalência de sobrepeso e obesidade em todo o mundo aumentou substancialmente e constitui-se um fator de risco importante para o desenvolvimento e progressão da DRC, independente da ocorrência concomitante de outras comorbidades como a HA e o DM (Cirillo *et al.*, 2006). Onde os dados encontrados nesse estudo acerca da HAS, estão em conformidade com a literatura na qual destacam que a HA costuma evoluir com alterações estruturais e/ ou funcionais em órgãos-alvo, destacando-se coração, cérebro, rins e vasos, sendo o principal fator de risco modificável com associação independente, linear e contínua para o desenvolvimento de doença renal crônica (DRC), como consta do estudo de Barroso *et al.* (2021).

Vários estudos têm demonstrado associação entre maior IMC e a presença de proteinúria em indivíduos sem doença renal (Foster *et al.*, 2008; Chang *et al.*, 2013). Outros estudos evidenciaram associação entre medidas de obesidade e desenvolvimento/progressão da DRC^{26, 27}, com perda mais rápida da TFG_e ao longo do tempo e incidência de DRC na sua fase terminal (Lu *et al.*, 2014; Kramer *et al.*, 2016).

Neste estudo, de acordo com o ponto de corte para o IMC (≥ 30 kg/m²) recomendado pela OMS para a população geral, o percentual de gordura médio foi de 36,03% $\pm$ 11,95, percentual acima do recomendado por meio do PGC. A estimativa do PGC tem melhor aceitabilidade para identificação do excesso de gordura corporal.

Sendo assim, avaliar a composição corporal não é possível utilizando apenas o IMC, pois este método não nos permite fazer a distinção entre massa gorda e massa magra. E, considerando o aumento da prevalência de obesidade

em pacientes com DRC e que os índices antropométricos universalmente usados para seu diagnóstico na população geral podem não apresentar a mesma performance nesses indivíduos. Dentre os vários métodos que podem ser empregados para a análise da composição corporal, neste estudo, foram utilizados: Árvore de Decisão, KNN ($k = 7$), Regressão Logística, SVM Linear, SVM Polinomial, SVM RBF, SVM Sigmoidal, com o objetivo de averiguar a sensibilidade, especificidade e acurácia de cada um em relação ao percentual de gordura corporal. Em todos os métodos avaliados neste estudo as médias apresentaram diferenças significativas, entretanto, o método com maior sensibilidade e especificidade neste estudo foi a Árvore de Decisão para o desenvolvimento do aplicativo mobile.

Diversos autores destacam que o desenvolvimento de novas ferramentas e seu emprego, por profissionais, docentes e alunos pode propiciar um processo operacional e atrativo que traduz a mudança social, baseada na tecnologia da informação e comunicação (TIC) (Deguirmendjian, Miranda, Zem-Mascarenhas, 2016).

Ademais, no campo da TIC, emerge uma nova concepção em inúmeras áreas, inclusive na saúde. Esse processo pode favorecer a equipe profissional a comunicar-se com o paciente e repassar informações, visando à acessão ou manutenção da saúde (Rocha *et al.*, 2016).

Com a popularização da internet, as TIC vêm alcançando usuários de todas as classes sociais e faixas etárias e propiciando a disseminação de diversos serviços no mundo. A OMS determinou como linha prioritária a inserção e implementação de recursos na assistência em saúde. Essa modalidade foi nomeada eHealth ou saúde eletrônica. Entre os serviços disponibilizados estão a tele saúde, o eLearning (ensino eletrônico) e o mobile health (mHealth ou saúde móvel), ferramentas que permitem a capacitação de profissionais, diagnóstico e tratamento de pacientes, registro mais preciso de dados, eficiência em gestão e educação para o autocuidado, mesmo nas localidades mais remotas do planeta (WHO, 2016).

A mHealth é a utilização de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, para promover o conhecimento em saúde. Esta vem ganhando espaço e se fortalecendo, sendo considerada uma estratégia custo efetiva e segura. A expansão do mercado de dispositivos móveis tem gerado oportunidades

comerciais e sociais. A utilização desses instrumentos se amplia por crescente acessibilidade a eles e pela quebra nas barreiras da mobilidade (Sarno; Canella; Bandoni, 2014).

Encontra-se no estudo de Santana *et al.* (2016), que dentre as TICs voltadas para área da saúde, os autores podem citar a Mobile Computing e Mobile Healths. Estas ferramentas oferecem ampla possibilidade de comunicação em todos os contextos sociais, encorajando os indivíduos a maior independência na busca do conhecimento, intensificando os processos educativos através dos potenciais das qualidades de cada indivíduo, agregando valores e compartilhando saberes.

Para Lima, Barbosa (2019), a entrada da Mobile Computing (computação móvel) ocorreu devido ao aumento da acessibilidade a dispositivos móveis; os aparelhos começaram a ter outras funções além de fazer ligações telefônicas, passando a fornecer serviços de vídeos e serem úteis para estudar, trabalhar, realizar reuniões, acessar mapas, compartilhar informações, bem como acessar informações de saúde a qualquer momento.

A noção de Mobile Healths (mHealth) pode ser retratada como o uso dos meios de comunicação para os serviços de saúde. Cria-se métodos de incentivo a comportamentos saudáveis de diversas formas, tanto no gerenciamento do autocuidado, quanto do auxílio às questões administrativas e financeiras favoráveis à adesão ao tratamento de pacientes com DRC (Rocha *et al.*, 2016).

Autores como Pereira, Tarcia, Sigulem *et al.* (2012), discorrem que a tecnologia digital constitui um recurso adicional às ações de assistência em saúde podendo ser utilizada em vários segmentos como capacitação, geração e armazenamento de dados, diagnóstico, auxílio na definição de condutas para tratamento e monitorização de pacientes in loco ou a distância, como em Home Care.

Em relação ao uso de aplicativos na área da saúde, nota-se que a maioria das publicações é proveniente dos Estados Unidos da América (33,5%), Brasil (14,0%) e Suécia (9,5%). Essas publicações têm como foco principal a oncologia (19,0%), doenças respiratórias (14,3%) e Atenção Primária à Saúde (14,3%) (Barra *et al.*, 2017). Outro estudo indicou que as principais áreas de foco dos

aplicativos são as condições crônicas (45%), reabilitação (27%) e fornecimento de instruções e informações (18%) (Oliveira *et al.*, 2020).

De acordo ainda com o estudo de Barra *et al.* (2017), os dispositivos móveis especialmente os aplicativos móveis, têm como objetivo proporcionar às pessoas acesso à informação e conhecimento, sem restrições de tempo e espaço. A capacidade de superar as barreiras de tempo e espaço também possibilita novas formas de comunicação, o que agrega valor estratégico para a sociedade da Era da Informação.

Ao analisarmos diversos estudos na literatura, encontra-se o estudo de Fernandes *et al.* (2013), cujo objetivo foi realizar o desenvolvimento de um software Web e para dispositivos móveis em Java para promoção da saúde nutricional, o Sistema Nutricional Web e Mobile - NUTRILIFE, que demonstrou grande importância e utilidade por sua aplicabilidade na área da saúde e comprovou que o sistema é uma ótima ferramenta para auxiliar no controle da alimentação e do peso, promovendo uma vida mais saudável.

O estudo de Caivano, Ferreira, Domene (2014), cujo objetivo foi avaliar a percepção dos usuários em relação à usabilidade do Guia Alimentar Digital (GAD), aplicativo para celular smartphone, com diretrizes sobre alimentação saudável, concluiu que o aplicativo, segundo a percepção de seus usuários, apresentou boa usabilidade contribuindo na promoção de escolhas alimentares saudáveis e de transição para o peso adequado, além de demonstrar que os aplicativos constituem recurso adicional às ações de assistência.

Conforme o estudo de Cruz, Nacif (2015), cujo objetivo foi elaborar um aplicativo de avaliação nutricional para telefones celulares com sistema Android. Foi desenvolvido um aplicativo denominado Diet Help, composto por sete funcionalidades: “Perfil do usuário”, “Registro Alimentar”, “Resumo do dia”, “Histórico da dieta”, “Calorias dos alimentos”, “Alimentação saudável” e “Excluir usuário”. As principais linguagens de programação utilizadas foram Android Java, Javascript e SQLite para banco de dados. O Diet Help permite cálculo do índice de massa corporal, classificação do estado nutricional de acordo com idade e sexo, informa necessidade energética diária recomendada, quantidade de calorias e nutrientes consumidas em cada refeição e se o consumo está de acordo com o recomendado para a idade e sexo do usuário. Também permite a consulta da quantidade de calorias e nutrientes por 100g de qualquer alimento e

possui informativo sobre alimentação saudável, com base no Guia Alimentar para a População Brasileira.

Observa-se que esses estudos tiveram resultados semelhantes ao aplicativo utilizado em nosso estudo, onde o mesmo apresentou um bom desempenho, podendo ser explicado pelo emprego de variáveis preditoras, como as circunferências corporais, que são parâmetros difundidos na literatura para avaliação da composição corporal e associados à presença de gordura visceral e comorbidades como doenças cardiovasculares e DRC, além do uso de variáveis como sexo, idade, peso e altura simultaneamente, que são utilizadas frequentemente para avaliação nutricional e estado de saúde da população geral.

O estudo de Teixeira (2023) resultou como produto de pesquisa, o desenvolvimento de um protótipo intitulado "Cuidando do Rim", cujo objetivo é promover o autocuidado entre crianças e adolescentes portadores de DRC. Acredita-se, assim, que o recurso tecnológico construído e validado em seu estudo possa se configurar como valioso instrumento na promoção da saúde, propiciando o repasse de informações, melhoria na comunicação, estímulo à autonomia e inclusão social dos jovens portadores de DRC. Além disso, acredita-se que por meio da utilização da tecnologia, poder-se-á promover assistência com mais qualidade ao paciente no curso da enfermidade e que a orientação aos portadores e seus familiares é de grande valia para a melhora do quadro clínico e controle da doença

A incorporação das tecnologias móveis no cuidado em saúde necessita que seu desenvolvimento e aplicação sejam sustentados por pesquisas científicas e metodologias rigorosas. Esse é um amplo campo a investigar e deve ser pautado e estruturado com conhecimento, ética e respeito (Farias; Pereira; Souto, 2015).

A interface simples e autoexplicativa propicia melhor adesão e comunicação dos usuários, bem como a participação dos próprios usuários na construção das ferramentas, garantindo integração com a realidade e proximidade das necessidades vivenciadas (Schulman-Green *et al.*, 2016).

São muitos os desafios para incorporar as novas tecnologias no contexto da saúde no Brasil e na prática assistencial dos profissionais. Sendo assim, o desenvolvimento de um aplicativo engloba custos, conhecimento técnico-

científico, compromisso dos profissionais envolvidos, entre outros elementos. Faz-se necessária a discussão, entre sociedade e instâncias veiculadas à pesquisa, para determinação e regulamentação de protocolos específicos, de diretrizes, que visem nortear o processo de criação e validação dessas ferramentas. Tal medida propõe garantir preceitos éticos, como o sigilo das informações e a segurança dos sujeitos (Boendermaker *et al.*, 2017; Calinescu *et al.*, 2016).

A construção do projeto de um aplicativo, também, deve prever a participação do usuário que poderá contribuir para validar etapas importantes como identificação com o conteúdo do instrumento, manejo e interação com a interface, essa integração profissional-usuário pode garantir maior usabilidade e efetividade do aplicativo. A conexão positiva do paciente com o aplicativo potencializará sua adesão ao recurso tecnológico. Portanto, são muitos os desafios para incorporar as novas tecnologias no contexto da saúde no Brasil e na prática assistencial dos profissionais (Hertel *et al.*, 2013).

A utilização de aplicativos como ferramenta de auxílio para triagem e detecção de doenças na área da saúde tem crescido, visto que possibilita um atendimento mais ágil, com facilidade de acesso às informações armazenadas, bem como dispensa a utilização de papeis, sendo também uma alternativa sustentável (Oliveira; Alencar, 2017).

A classificação do percentual de gordura corporal através de variáveis não invasivas e de baixo custo otimiza o processo de triagem e diagnóstico. O modelo computacional empregado nesse estudo apresentou um ótimo desempenho na classificação do percentual de gordura corporal em adultos através de variáveis simples de circunferência corporal, quando comparado aos métodos mais usuais, apresentando-se assim como uma alternativa de baixo custo para o rastreamento do excesso de peso em adultos hígidos e doentes renais.

7 CONCLUSÃO

No estudo destacou-se que a média do IMC foi de $26,96 \pm 0,08 \text{ kg/m}^2$, e o percentual de gordura corporal médio foi de $36,03\% \pm 11,95\%$; o gênero feminino foi o mais frequente com diagnóstico de DRC;

A Árvore de decisão demonstrou ser o modelo mais adequado com maior sensibilidade e especificidade, possibilitando ao desenvolvimento do aplicativo mobile (Android Studio) e a avaliação do *software* foi testado com o auxílio de profissionais da área da saúde e usuários da rede de saúde;

A implementação de um sistema de triagem com o aplicativo mobile será desenvolvido em estudo posteriores;

A categoria de registro de desenho industrial do aplicativo não obtém uma identidade visual com imagens, ícones e cores exclusivas, no entanto o aplicativo está registrado e protegido pelo registro de software, que apresentou um ótimo desempenho na classificação do percentual de gordura corporal em adultos por meio de variáveis não invasivas.

REFERÊNCIAS

ABESO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes brasileiras de obesidade**. 4 ed. 2016.

ABESO. Departamento de Nutrição da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. **Posicionamento sobre o tratamento nutricional do sobrepeso e da obesidade**. Coordenação: Renata Bressan Pepe, Clarissa Tamie Hiwatashi Fujiwara, Mônica Beyruti. 1. ed. São Paulo, 2022.

AKIZAWA, T. et al. Burden of anemia in chronic kidney disease patients in Japan: a literature review. **Therapeutic Apheresis and Dialysis**, v. 22, n. 5, p. 444-456, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1744-9987.12712>. Acesso em: 5 dez. 2022.

ALDHYANI, T. H. H.; ALSHEBAMI, A. S.; ALZHRANI, M. Y. Soft clustering for enhancing the diagnosis of chronic diseases over machine learning algorithms. **Journal of healthcare engineering**, v. 2020, 2020.

ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 56, n. 5, p. 303-307, 2005.

Azoubel, Luana Anaisse; Carneiro, Erika Ribeiro; Pires, Nilviane; Barros, Allan Kardec; Dias, Carlos José. Análise da Sensibilidade e Especificidade dos Pontos de Corte para Frequência Cardíaca de Repouso em 6.794 Adolescentes Brasileiros: Um Estudo Transversal. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 117, n. 1, p. 82-83, jul. 2021.

BACK, I. R.; MARCONI, S. S.; GAINO, N. M.; VULCANO, D. S. B., et al. Composition in patients with Crohn's disease and ulcerative colitis. **Arq Gastroenterol**, v. 54, n. 2, p. 109-114, 2017.

BARRA, D. C. C., et al. Métodos para desarrollo de aplicaciones móviles en salud: revisión integral de la literatura. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 26, n. 4, 2017.

BARROSO, W.K.S.; RODRIGUES, C.I. S.; BORTOLOTTO, L. A., et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial–2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 23, n. 116, p. 528-620, abr. 2021.

BELLISSIMO, Moriah P., et al. Physical fitness but not diet quality distinguishes lean and normal weight obese adults. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 120, n. 12, p. 1963-1973. e2, 2020. Disponível em: <http://www.jandonline.org/article/S2212267220309679/fulltext>. Acesso em: 5 dez. 2022.

BENGIO, Y.; COUVILLE, A.; VINCENT, P. Representation Learning: A Review and New Perspectives. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v. 35, 2013.

BIKBOV, B. et al. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The lancet**, v. 395, n. 10225, p. 709-733, 2020. Disponível em: <http://www.thelancet.com/article/S0140673620300453/fulltext>. Acesso em: 5 dez. 2022.

BIKIA, V. et al. Noninvasive estimation of aortic hemodynamics and cardiac contractility using machine learning. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020.

BITTENCOURT, J. A. S. et al.. Prediction of metabolic syndrome and its associated risk factors in patients with chronic kidney disease using machine

learning techniques. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 46, n. 4, p. e20230135, out. 2024.

BOENDERMAKER, W. J; VELTKAMP, R. C; PEETERS, M. Training Behavioral Control in Adolescents Using a Serious Game. **Games for health journal**, v. 6, n. 6, p. 351-357, 2017.

BULBUL, M.C. et al. Disorders of lipid metabolism in chronic kidney disease. **Blood purification**, v. 46, n. 2, p. 144-152, 2018. Disponível em: <https://www.karger.com/Article/FullText/488816>. Acesso em: 5 dez. 2022.

CAIVANO, S.; FERREIRA, B. J.; DOMENE, S. M. A. Avaliação da usabilidade do Guia Alimentar Digital móvel segundo a percepção dos usuários. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1437-1446, 2014.

CALINESCU, A. M.; MCLIN, V.; SPAHNI, S.; BOGGINI, T. et al. KidsETransplant: a serious game for liver transplanted children. **Med Sci (Paris)**, v. 32, n. 12, p. 1120-1126, 2016.

CAMPA, F. et al. Assessment of body composition in athletes: A narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1620, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/5/1620/htm>. Acesso em: 5 dez. 2022.

CARRERO, J. J. et al. Screening for muscle wasting and dysfunction in patients with chronic kidney disease. **Kidney International**, v. 90, n. 1, p. 53-66, 2016. Disponível em: <<http://www.kidneyinternational.org/article/S0085253816300035/fulltext>>. Acesso em: 5 dez. 2022.

CHANG, A.; VAN HORN, L.; JACOBS, D. R. JR.; LIU, K. et al. Lifestyle-related factors, obesity, and incident microalbuminuria: the CARDIA (Coronary Artery Risk Development in Young Adults) study. **American journal of kidney diseases**, v. 62, n. 2, p. 267-275, 2013. DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.02.363

CHEN, Y.Y. et al. Changes of percent body fat as a useful surrogate for the risk of declined renal function. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 17289, 2018.

Disponível em: <https://www.nature.com/articles/41598-018-35601-2>. Acesso em: 5 dez. 2022.

CHENG, L.C.; HU, Y.H.; CHIOU, S.H. Applying the temporal abstraction technique to the prediction of chronic kidney disease progression. **Journal of medical systems**, v. 41, n. 5, 2017.

CHOI, R.Y. et al. Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. **Translational Vision Science & Technology**, v. 9, n. 2, p. 14-14, 2020.

CIRILLO, P.; SATO, W.; REUNGJUI, S.; HEINIG, M. G., et al. Uric Acid, the Metabolic Syndrome, and Renal Disease. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 17, n. 1, p. 165–168, 2006.

CRUZ, D. L.; NACIF, M. Elaboração de aplicativo de avaliação nutricional para telefones celulares com sistema Android. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 977-988, 2015.

CZAJA-STOLC, S., et al. Pro-Inflammatory Profile of Adipokines in Obesity Contributes to Pathogenesis, Nutritional Disorders, and Cardiovascular Risk in Chronic Kidney Disease. **Nutrients**, v.14, n.77, 2022.

DALLACOSTA, F. M.; DALLACOSTA, H.; MITRUS, L. Detecção precoce de doença renal crônica em população de risco. **Cogitare Enfermagem**, v. 22, n. 1, p. 48714, 19 abr. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/48714>. Acesso em: 5 dez. 2022.

DE LIMA PEREIRA, P. M.; CANDIDO, A.P. C. Avaliação da composição corporal e bioquímica de pacientes com doença renal crônica em tratamento

não dialítico. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 17, p. 631-44, 2022.

DEBONE, M. C. et al. Nursing diagnosis in older adults with chronic kidney disease on hemodialysis. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 70, p. 800-805, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/reben/a/wNT5wGTbHfJmyNTGr9sbn5t/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

DECLÈVES, A.E.; SHARMA, K. Obesity and kidney disease: differential effects of obesity on adipose tissue and kidney inflammation and fibrosis. **Current opinion in nephrology and hypertension**, v. 24, n. 1, p. 28, 2015.

DEGUIRMENDJIAN, S. C.; MIRANDA, F. M.; ZEM-MASCARENHAS, S.H. Serious Game desenvolvidos na Saúde- Revisão Integrativa da Literatura. **J. Health Inform**, v. 8, n. 3, p. 110-16, 2016.

DEO, R. C. Machine learning in medicine. **Circulation**, v. 132, n. 20, p. 1920-1930, 2015.

DIERKES, J. D. et al. High rates of central obesity and sarcopenia in CKD irrespective of renal replacement therapy—an observational cross-sectional study. **BMC nephrology**, v. 19, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://bmcnephrol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12882-018-1055-6>. Acesso em: 5 dez. 2022.

EVELETH, P. B; TANNER, J. M. World wide Variation in Human Growth. **Cambridge: Cambridge University Press**, 1976.

FARIA, J. T. **Guia de antropometria: medidas, indicadores e protocolos**. Cookie® tecnologia e marketing, 2011.

FARIAS, A.; PEREIRA, M.; SOUTO, M.; ALENCAR, R. Educação em Saúde no Brasil: uma revisão sobre aprendizagem móvel e desafios na promoção de

saúde no Brasil. **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015)**, v. 1, p. 614, 2015.

FERNANDES, F.G.; OLIVEIRA, L. C.; BARBOSA, A.J.; MOURA, C. C. O. et al. Sistema nutricional web e mobile-Nutrilife. **XI CEEL**. Universidade Federal de Uberlândia, p. 25-29, 2013.

FOSTER, M. C; HWANG, S.J.; LARSON, M. G; LICHTMAN, J. H. et al. Overweight, obesity, and the development of stage 3 CKD: the Framingham Heart Study. **Am J Kidney Dis**, v. 52, p. 39-48, 2008.

FREITAS, A.L. S. et al. Aprendizado de máquina aplicado à predição de doenças cardiometabólicas com utilização de indicadores metabólicos e comportamentais de risco à saúde. **XII Computer on the Beach**, Abril, 2021.

FRITZ, J. et al. The Triglyceride-Glucose Index and Obesity-Related Risk of End-Stage Kidney Disease in Austrian Adults. **JAMA Netw Open**, v.4, n.3, 2021.

GASPARINI, R. G. **Incidência e Prevalência de Doenças Inflamatórias Intestinais no Estado de São Paulo – Brasil. 2018**. 91f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina, São Paulo; Botucatu, 2018.

GENTILE, F.; SCIARRONE, P.; ZAMORA, E.; DE ANTONIO, M. et al. Body mass index and outcomes in ischaemic versus non-ischaemic heart failure across the spectrum of ejection fraction. **Eur J Prev Cardiol.**, v. 28, n. 9, p. 948-955, ago. 2021.

DA SILVA NUNES, G. L . Avaliação da função renal em pacientes hipertensos. **Rev. Bras. Hipertens**, v. 14, n. 3, p. 162–166, 2007.

GOUVÊA, E. C. D. P. et al. Autorrelato de diagnóstico médico de doença renal crônica: prevalência e características na população adulta brasileira, Pesquisa

Nacional de Saúde 2013 e 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. Spe1, 1 ago. 2022. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ress/a/nsZLnQvrJTK4tk7pyLVTGcR/?lang=pt>. Acesso em: 5 dez. 2022.

GUSMÃO-SENA, M. H. L. et al. Association between sarcopenic obesity and cardiovascular risk: where are we?. **Nutricion hospitalaria**, v. 33, n. 5, p. 1245-1255, 2016.

HANDELMAN, G.S. et al. eDoctor: machine learning and the future of medicine. **Journal of internal medicine**, v. 284, n. 6, p. 603-619, 2018.

Halder RK, Uddin MN, Uddin MA, Aryal S, Saha S, Hossen R, Ahmed S, Rony MAT, Akter MF. ML-CKDP: Machine learning-based chronic kidney disease prediction with smart web application. **J Pathol Inform**. 2024 .

HEFFRON, S. et al. Treatment of Obesity in Mitigating Metabolic Risk. **Circulation Research**, v. 126, p. 1646–1665, 2020. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCRESAHA.119.315897>. Acesso em: 5 dez. 2022.

HERTEL, N. T.; VEDEL, K.; ROHDE, L.; OLESEN, J. B. Serious disease - serious game. **Studies in health technology and informatics**, v. 192, p. 1166-1166, 2013.

HOO, ZH; CANDLISH, J; TEARE, D. O que é uma curva ROC? **Jornal de Medicina de Emergência**, vol.34, 2017.

IDC. **Smartphone Market Share: OS Data Overview. 2022**. Disponível em: <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share>. Acesso em: 14 jun. 2023.

JUNIOR, J. E. R. Doença Renal Crônica: Definição, Epidemiologia e Classificação. **J. Bras. Nefrol.**, v. 26, n. 3 suppl. 1, p. 1–3, 23 set. 2004.

Disponível em: <https://www.bjnephrology.org/article/doenca-renal-cronica-definicao-epidemiologia-e-classificacao/>. Acesso em: 5 dez. 2022.

JÚNIOR, E.V. S. et al. Morbidade e custos públicos hospitalares pela insuficiência renal crônica. **Revista de Enfermagem UFPE online**, v. 13, n. 0, 8 ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/241296>. Acesso em: 5 dez. 2022.

KALANTAR-ZADEH, K.; FOUQUE, D. Nutritional Management of Chronic Kidney Disease. **New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 18, p. 1765–1776, 2 nov. 2017. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra1700312>. Acesso em: 5 dez. 2022.

KIM, J.K. et al. . Increased body fat rather than body weight has harmful effects on 4-year changes of renal function in the general elderly population with normal or mildly impaired renal function. **Clinical Interventions in Aging**, p. 1277-1286, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24128790/>. Acesso em: 5 dez. 2022.

KIRSZTAJN, Gianna Mastroianni ; SILVA JUNIOR, Geraldo Bezerra da ; SILVA, Artur Quintiliano Bezerra da ; ABENSUR, Hugo ; ROMÃO JÚNIOR, João Egídio ; BASTOS, Marcos Gomes ; CALICE-SILVA, Viviane ; CARMO, Lilian Pires de Freitas do ; SANDES-FREITAS, Tainá Veras de ; ABREU, Patrícia Ferreira ; ANDREGUETTO, Bruna Dolci ; CORTES, Luiz Gustavo Ferreira ; OLIVEIRA, Maria Gabriela de Lucca ; VIEIRA, Luisane Maria Falci ; MOURA-NETO, José A .; ANDRIOLO, Adagmar . Taxa estimada de filtração glomerular na prática clínica: Posicionamento consensual da Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) e Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial (SBPC/ML). **Braz. J. Nefrol.** , v. 3, e20230193, abr. 2024.

KOSMAS, C. E. et al. The impact of insulin resistance and chronic kidney disease on inflammation and cardiovascular disease. **Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes**, v. 11, p. 1179551418792257, 2018.

KOVESDY, C. P. et al. Obesity and kidney disease: hidden consequences of the epidemic. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 39, n. 1, p. 1–10, 1 mar. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/jbn/a/tLV9pFp98NnHxDkJPrwCMqq/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

KRAMER, H.; GUTIÉRREZ, O.; JUDD, S.E; MUNTNER, P. et al. Waist Circumference, Body Mass Index, and ESRD in the REGARDS (Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke) Study. **Am J Kidney Dis**, v. 67, p. 62-9, 2016.

LEAL, G.C. R.; RODRIGUES, G. S.. **Estado nutricional de pacientes portadores de doença renal crônica no pós-transplante renal. 2019.** 28 f. Monografia (Curso Bacharel em Nutrição) - Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS), Recife, 2019.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep Learning. **Nature**, v. 521, 2015.

LENART, M; MASCARENHAS, N; XIONG, R; FLOWER, A. Identifying Risk of Progression for Patients with Chronic Kidney Disease Using Clustering Models. **IEEE Systems and Information Engineering Design Conference (SIEDS '16)**. p 221-226, 2016.

LI, H. et al. Optimal Obesity- and Lipid-Related Indices for Predicting Metabolic Syndrome in Chronic Kidney Disease Patients with and without Type 2 Diabetes Mellitus in China. **Nutrients**, v. 14, n.7, 2022.

LIMA, C. S. P.; BARBOSA, S.F. F. Aplicativos móveis em saúde: caracterização da produção científica da enfermagem brasileira. **Revista**

Eletrônica de Enfermagem, Goiás, v. 21, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ree.v21.53278>. Acesso em: 22 dez. 2023.

LIN, T.Y.; LIM, P.S.; HUNG, S.C. Normal-weight obesity and clinical outcomes in nondiabetic chronic kidney disease patients: a cohort study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 107, n. 4, p. 664-672, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/107/4/664/4964652>. Acesso em: 5 dez. 2022.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. **Champaign: Human Kinetics Books**, 1988.

LOOS, R.JF; YEO, G. SH. The genetics of obesity: from discovery to biology. **Nat Rev Genet**, v. 23, p. 120-133, 2022.

LORENA, A. C.; CARVALHO, A. C. P. L. F.. Uma Introdução às Support Vector Machines. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, v.14, n.2, 2007.

LU, J. L.; KALANTAR-ZADEH, K.; MA, JZ.; QUARLES, LD.; KOVESDY, C. P. Association of body mass index with outcomes in patients with CKD. **J Am Soc Nephrol**, v. 25, p. 2088-96, 2014.

LUYCKX, V.et al. Sustainable development goals relevant to kidney health: an update on progress. **Nature Reviews Nephrology**, v. 17, n. 1, p. 15-32, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41581-020-00363-6>. Acesso em: 5 dez. 2022.

MALACHIAS MVB, et al. **7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial**. Arq. Bras. Cardiol. 107:1-5, 2016.

MATHUR, P.j et al. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Cardiovascular Disease. **Clinical Medicine Insights: Cardiology**, v.14, 2020.

MIALICH, M.S. et al. Analysis of body composition: a critical review of the use of bioelectrical impedance analysis. **Int J Clin Nutr**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2014.

Disponível em: <http://pubs.sciepub.com/ijcn/2/1/1/index.html>. Acesso em: 5 dez. 2022.

MIZDRAK, M. et al. Emerging Biomarkers for Early Detection of Chronic Kidney Disease. **J Pers Med**, v. 12, n. 4, 2022.

MONARD, M. C.; BARANAUSKAS, J. A. Conceitos sobre aprendizado de máquina. **Sistemas inteligentes-Fundamentos e aplicações**, v.1, n.1, 2003.

MORENO-GONZALEZ, R.; CORBELL, X.; MATTACE-RASO, F. et al. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults using the updated EWGSOP2 definition according to kidney function and albuminuria: The Screening for CKD among Older People across Europe (SCOPE) study. **BMC Geriatrics**, v. 20, n. 1, p. 1-12, out. 2020. Doi: 10.1186/s12877-020-01700-x. Disponível em: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-020-01700-x>. Acesso em: 5 dez. 2022.

MUSSI, R. F. F.; PETRÓSKI, E. L.. Predictive capacity of obesity indicators for metabolic syndrome in adult quilombolas (inhabitants of black communities). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 7, p. 2471-80, 2019.

NATIONAL KIDNEY FOUNDATION. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. **Kidney International Supplements**, v. 3, n. 1, p. 1-150, 2013. Disponível em: <http://goo.gl/gZcgU5>. Acesso em: 10 jul. 2021.

NEVES, P. D. M. M. et al. Brazilian Dialysis Census: analysis of data from 2009-2018 de cade. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 42, n. 2, p. 191–200, 20 maio 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/ijbn/a/Dbk8Rk5kFYCSZGJv3FPpxWC/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

NEVES, P. D. M. M. et al. Brazilian dialysis survey 2019. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 43, n. 2, p. 217–227, 29 jan. 2021. Disponível em:

<http://www.scielo.br/j/jbn/a/QwHfyDrdJ3DHqhsJfPtT5QM/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

NITHYA, B; ILANGO, B. Predictive analytics in health care using machine learning tools and techniques. **International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)**, Madurai, 2017.

NOORI, N.; KOPPLE, J.; KOVESDY, C. P; FEROZE, U; SIM, J. et al. Mid-arm muscle circumference and quality of life and survival in maintenance hemodialysis patients. **Clin J Am Soc Nephrol**, n. 5, p. 2258-68, 2010.

OLIVEIRA, A. R.F.; ALENCAR, M. S. M. The use of health applications for mobile devices as sources of information and education in health care. **RDBCi: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**; v. 15, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, L.; et al. Aplicativos Móveis No Cuidado Em Saúde: Uma Revisão Integrativa. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v. 93, n. 31, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. OMS. Obesity: preventing and managing the global epidemic. **Report of a WHO consultation**, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998.

PEREIRA, T. Á.; TARCIA, R.; SIGULEM, D. WEB 2.0: IMPACT ON FUTURE ACADEMIC USE. In: **EDULEARN12 Proceedings**. IATED, p. 2417-2423, 2012. Disponível em: <https://library.iated.org/view/AVALOSPEREIRA2012WEB>. Acesso em: 10 jan. 2024.

PINHEIRO, K. H. E. et al. Risk factors and mortality in patients with sepsis, septic and non-septic acute kidney injury in ICU. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 41, n. 4, p. 462–471, 16 set. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/jbn/a/Zx6yRFZDyFWGMFrnvqQLXvC/abstract/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

PORTO, J. R. et al. Avaliação da função renal na doença renal crônica. Evaluation of renal function in chronic kidney disease. **RBAC**, v. 49, n. 1, p. 26–35, 2017. Acesso em: 5 dez. 2022.

POWELL-WILEY, T. M. et al. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, v. 143, n. 21, 2021.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software: Uma Abordagem Profissional**. 7ªed. Porto Alegre: AMGH EditoraLtda, 2011.

REA, L. M; PARKER, R.A. **Metodologia de pesquisa: do planejamento à execução**. São Paulo: Pioneira, 2000.

RIBEIRO, Á. C. C. **Rastreamento não invasivo para diabetes tipo 2**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Maranhão 2015.

ROCHA, T. A. H.; FACHINI, L. A.; THUMÉ, E. et al. Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 159-170, jan./mar. 2016.

ROMAGNANI, P et al. Chronic kidney disease. **Nature reviews**. Disease primers, v. 3, 23 nov. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29168475/>. Acesso em: 5 dez. 2022.

ROMÃO JÚNIOR, J. E. Doença Renal Crônica: Definição, Epidemiologia e Classificação. **Bras Nefrol**, v .26, n. 3, sup. 1, 2004.

ROSS, WD; CARR, RV; CARTER, JEL. Antropometry illustrated: a browser based interactive textbook and learning system. **The human animal series**, v1, 2000.

SALGADO, JV et al. Monitoring renal function: measured and estimated glomerular filtration rates-a review. **Brazilian Journal of Medical and**

Biological Research, v. 43, p. 528-536, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/bjmbmr/a/sj7HZmyfFxShzkM3Wx5hB8y/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

SANTANA, C. C.A. P.; NAGHETTINI, A. V.; FREITAS, A. T. V. S. et al. Aplicativos como estratégia de ensino na doença renal crônica infantil: uma revisão da literatura. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE (CBIS)**, 15., 2016, Goiânia. Anais [...]. Goiânia, Goiás: nov. 2016. p.287- 298. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/anais_cbis_2016. Acesso em: 12 dez. 2023.

SANTOS, K.N. **Utilização de técnicas de aprendizado de máquina para predição de crises epiléticas**. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SANTOS, R. M.; CARVALHO, A. T. P.; SILVA, K. S.; SÁ, S.P. Chaves et al. Inflammatory bowel disease: out patient treatment profile. **Arq Gastroenterol.**, v. 54, n. 2, p. 96-100, 2017.

SARMENTO, L. R.; FERNANDES, P. F C B C et al. et al. (DRCT) validadas clinicamente em uma capital do Nordeste brasileiro. **J. Bras. Nefrol.**, v. 40, n. 2, p. 130-135, 2018.

SARNO, F; CANELLA, D S; BANDONI, D H. Mobile health e excesso de peso: uma revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 35, n. 5-6, p. 424-431, 2014.

SCHULMAN-GREEN, D.; JASER, S.S; PARK, C.MSN; WHITTEMORE, R. A metasynthesis of factors affecting self-management of chronic illness. **J Adv Nurs.**, v. 72, n. 1, p. 1469-89, 2016.

SIDEY-GIBBONS, J. AM; SIDEY-GIBBONS, Chris J. Machine learning in medicine: a practical introduction. **BMC medical research methodology**, v.19, n.1, 2019.

SILVA JUNIOR, G. B. et al. Obesity and kidney disease. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 39, p. 65-69, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/jbn/a/ZrxZjMYhhJfP7rTTGmhFMLg/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

SILVA, M. E. M. P.; PERINO, P.; GUEDES, B.; RIOS, T. L. M. et al. Alimentação saudável: prevenindo a síndrome metabólica. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 944-954, 2016.

SKALSKY, K. et al. Chronic Renal Failure and Cardiovascular Disease: A Comprehensive Apaisa. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 5, p.1335, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão**, 2016. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf. Acessado em: 5 dez. 2022.

SOSSOU, I. S.; SILVA, G. E. M.; OLIVEIRA, C.E. Patrocínio de; MOREIRA, O. C. Bioimpedância elétrica na avaliação da composição corporal: uma revisão dos princípios biofísicos, diferentes tipos, aspectos metodológicos, validade e aplicabilidade de suas medidas. **RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 16, n. 1981–9919, p. 596–604, 2022.

STANIFER, J. W et al. Chronic kidney disease in low-and middle-income countries. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 31, n. 6, p. 868-874, 2016.

STEVENS, P.E; LEVIN, A. Kidney Disease: Improving Global Outcomes Chronic Kidney Disease Guideline Development Work Group Members. Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease: Synopsis of the

Kidney Disease: Improving Global Outcomes 2012. Clinical Practice Guideline. **Annals of Internal Medicine**, v. 158, p. 825–830, 2013.

STOLPE, S. et al. High Unawareness of Chronic Kidney Disease in Germany. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 22, p.11752, 2021.

TAKAKURA, A. M. et al. Use of machine learning in the medical diagnosis of pathologies. **Colloquium Exactarum**, v.10, n.1, 2018.

TEIXEIRA, S. C. M. **Construção de protótipo de aplicativo móvel para auxiliar no autocuidado do paciente infanto-juvenil portador de Doença Renal Crônica. Natal, 2023.** 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Humanas, Letras e Artes, Pós-Graduação em Gestão de Processos Institucionais. Natal, RN, 2023.

THOMÉ, F. S. et al. Brazilian chronic dialysis survey 2017. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 41, n. 2, p. 208–214, 28 mar. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/jbn/a/nNwqW75VYR9JvhYBL3YQFRQ/?lang=en>. Acesso em: 5 dez. 2022.

TONG, Z.; ZHANG, H.; YU, J.; JIA, X.; HOU, X.; KONG, Z.. Spatial-temporal evolution of overweight and obesity among Chinese adolescents from 2016 to 2020. **iScience**, v. 27, i. 1, 2024.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global diffusion of eHealth: Making universal health coverage achievable Report of the third global survey on eHealth.** December 2016, 156p.

WOOLCOTT, O. O; BERGMAN, R. N. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage— A cross-sectional study in American adult individuals. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 10980, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-29362-1>. Acesso em: 5 dez. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization. **WHO Obesity Technical Report Series**, n. 284, p. 256, 2000.

ANEXOS**ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética**

UFMA - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO MARANHÃO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PREDIÇÃO DA DOENÇA RENAL CRÔNICA UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Pesquisador: ALLAN KARDEC DUALIBE BARROS FILHO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 67030517.5.0000.5087

Instituição Proponente: Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.035.753

Apresentação do Projeto:

O projeto apresentado trata de um estudo clínico, prospectivo, observacional. O estudo prevê a utilização de amostras de indivíduos adultos de 20 a 50 anos, de ambos os sexos, saudáveis ou com patologia de base. No contexto geral de análise, serão avaliados pacientes com Doença Renal Crônica (DRC) em desenvolvimento de modelo de predição da patologia.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver modelos computacionais capazes de prever os estágios da DRC com base nos fatores de risco envolvidos na progressão da doença.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos dizem respeito à punção sanguínea, que pode causar um leve desconforto e o aparecimento de hematomas, o que não interfere na saúde geral dos participantes.

Os benefícios serão de curto e médio prazo, como a detecção precoce de fatores de risco relacionados ao desenvolvimento da doença renal crônica; avaliação da doença renal oculta através de questionário; e o desenvolvimento de software biomédico para predição da doença renal crônica de forma precoce.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto trata de uma temática relevante na saúde pública, a doença renal crônica (DRC). É um

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1988 CEB Velho

Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética

CEP: 65.060-040

UF: MA

Município: SÃO LUIS

Telefone: (98)3272-8708

Fax: (98)3272-8708

E-mail: cepufma@ufma.br

ANEXO B - ARTIGO PUBLICADO

Título: Avaliação Do Percentual De Gordura Corporal Em Adultos Hígidos E Com Alteração Na Função Renal

Periódico: Observatório de la Economía Lationoamericana ISSN 1696-8352

Autores: Anna Cyntia Brandão Nascimento Maniçoba; Nilviane Pires Silva Sousa; Guilherme de Oliveira Lima; Alex Oliveira Barradas Filho; José Antônio Costa Leite; Érika Cristina Ribeiro de Lima Carneiro; João Pedro Pimentel Abreu; Ewaldo Eder Carvalho Santana; Allan Kardec Duailibe Barros Filho.

Qualis: A4 - Biotecnologia

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'sucupira.capes.gov.br'. The page contains a search form with the following fields:

- ISSN:** A text input field.
- Título:** A dropdown menu with 'Observatorio de La Economía Latinoamericana' selected.
- Classificação:** A dropdown menu with '-- SELECCIONE --' selected.

Below the form are two buttons: 'Consultar' and 'Cancelar'. A table titled 'Periódicos' displays the search results:

ISSN	Título	Área de Avaliação	Clas
1696-8352	OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA	BIOTECNOLOGIA	A4

At the bottom of the table, there are navigation buttons: 'Início', 'Anterior', '1', 'Próxima', and 'Fim'. Below these buttons, it says '1 a 0 de 0 registro(s)'.



**Avaliação do percentual de gordura corporal em adultos hígidos e com
alteração na função renal**

**Evaluation of body fat percentage in healthy adults with changes in
kidney function**

**Evaluación del porcentaje de grasa corporal en adultos con higiene y
con cambios en la función renal**

DOI: 10.55905/oelv22n2-147

Originals received: 01/02/2024

Acceptance for publication: 02/09/2024

Anna Cyntia Brandão Nascimento Maniçoba

Doutoranda em Biotecnologia pelo Programa de Doutorado em Biotecnologia
(RENORBIO)

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, nº 1966, Cidade Universitária, Campus do
Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: anna.cyntia@ufma.br

Nilviane Pires Silva Sousa

Doutora em Biotecnologia pelo Programa de Doutorado em Biotecnologia
(RENORBIO)

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, nº 1966, Cidade Universitária, Campus do
Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: nilvipires@gmail.com

Guilherme de Oliveira Lima

Mestre em Engenharia Elétrica pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Eletricidade (PPGEE)

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, nº 1966, Cidade Universitária, Campus do
Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: guilhermeolima2010@gmail.com



Alex Oliveira Barradas Filho

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, n° 1966, Cidade Universitária, Campus do

Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: alex.barradas@ufma.br

José Antônio Costa Leite

Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Instituição: Instituto Florence de Ensino Superior

Endereço: Rua Rio Branco, 216, Centro, São Luís - MA, CEP: 65020-470

E-mail: jcqlite@gmail.com

Érika Cristina Ribeiro de Lima Carneiro

Doutor em Ciências Médicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, n° 1966, Cidade Universitária, Campus do

Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: erikacarneiro204@gmail.com

João Pedro Pimentel Abreu

Graduando em Medicina

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, n° 1966, Cidade Universitária, Campus do

Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: jpp.abreu@discente.ufma.br

Ewaldo Eder Carvalho Santana

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, n.° 1000,

Bairro Jardim São Cristóvão, São Luís – MA, CEP: 65055-310

E-mail: ewaldoeder@gmail.com

Allan Kardec Duailibe Barros Filho

Doutor em Engenharia da Informação pela Universidade de Nagoya, Japão

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Endereço: Avenida dos Portugueses, n° 1966, Cidade Universitária, Campus do

Bacanga, São Luís – MA, CEP: 65085-580

E-mail: akduailibe@gmail.com

RESUMO

Introdução: A obesidade é uma patologia com etiologia multifatorial. Um alto percentual de gordura corporal favorece o desenvolvimento de inúmeras comorbidades como a doença renal crônica (DRC). Este trabalho tem como objetivo avaliar o percentual de

gordura em adultos saudáveis com alterações na função renal. Métodos: a amostra foi composta por participantes de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário com questões sociodemográficas e hábitos de vida, e aferição de medidas antropométricas e pressão arterial. Para análise estatística foi utilizado o software SPSS versão 19.0. Resultados: A amostra foi composta por 244 participantes, 76,2% (n=186) eram do sexo feminino e 23,8% (n=58) do sexo masculino. A média de idade foi de $46,14 \pm 15,19$ anos. 56,6% (n=138) são adultos saudáveis e 43,4% (n=106) apresentam alterações na função renal. As variáveis peso, CC e CC apresentaram maiores valores médios no grupo renal em relação ao grupo de adultos saudáveis, e as variáveis idade, IMC, RCE, Cpes, PAS e PAD apresentaram maior mediana. Por fim, houve alta prevalência de %GC alterado no grupo renal em relação ao controle (grupo saudável). Conclusão: com base nos resultados obtidos, confirma-se a importância do acompanhamento do estado nutricional dos pacientes com DRC, a fim de manter um estado nutricional adequado, controlar as alterações metabólicas e controlar a progressão do dano renal, proporcionando melhor qualidade de vida a estes pacientes. população.

Palavras-chave: monitoramento, obesidade, doença renal.

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a pathology with multifactorial etiology. A high percentage of body fat favors the development of numerous comorbidities such as chronic kidney disease (CKD). This work aims to evaluate the percentage of fat in healthy adults with changes in kidney function. **Methods:** the sample consisted of participants of both sexes, aged 18 years or over. Data collection was carried out through a questionnaire with sociodemographic questions and lifestyle habits, and measurement of anthropometric measurements and blood pressure. For statistical analysis, SPSS software version 19.0 was used. **Results:** The sample consisted of 244 participants, 76.2% (n=186) were female and 23.8% (n=58) were male. The average age was 46.14 ± 15.19 years. 56.6% (n=138) are healthy adults and 43.4% (n=106) have changes in renal function. The variables weight, WC and WC presented higher mean values in the renal group in relation to the group of healthy adults, and the variables age, BMI, WHtR, Cpes, SBP and DBP presented a higher median value. Finally, there was a high prevalence of altered BF% in the renal group in relation to the control (healthy group). **Conclusion:** based on the results obtained, the importance of monitoring the nutritional status of patients with CKD is confirmed, in order to maintain an adequate nutritional status, control metabolic changes and control the progression of kidney damage, providing a better quality of life for these patients. population.

Keywords: monitoring, obesity, kidney disease.

RESUMEN

Introducción: La obesidad es una patología de etiología multifactorial. Un alto porcentaje de grasa corporal favorece el desarrollo de numerosas comorbilidades como la enfermedad renal crónica (ERC). Este trabajo tiene como objetivo evaluar el porcentaje

de grasa en adultos sanos con cambios en la función renal. Métodos: la muestra estuvo compuesta por participantes de ambos sexos, mayores de 18 años. La recolección de datos se realizó a través de un cuestionario con preguntas sociodemográficas y hábitos de vida, y medición de medidas antropométricas y presión arterial. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS versión 19.0. Resultados: La muestra estuvo compuesta por 244 participantes, el 76,2% (n=186) fueron mujeres y el 23,8% (n=58) hombres. La edad promedio fue de $46,14 \pm 15,19$ años. El 56,6% (n=138) son adultos sanos y el 43,4% (n=106) presentan cambios en la función renal. Las variables peso, CC y CC presentaron valores medios mayores en el grupo renal en relación al grupo de adultos sanos, y las variables edad, IMC, ICC, EPC, PAS y PAD presentaron mediana mayor. Finalmente, hubo una alta prevalencia de % BF alterado en el grupo renal en comparación con el control (grupo sano). Conclusión: con base en los resultados obtenidos, se confirma la importancia del seguimiento del estado nutricional de los pacientes con ERC, con el fin de mantener un estado nutricional adecuado, controlar los cambios metabólicos y controlar la progresión del daño renal, brindando una mejor calidad de vida a estos pacientes. población.

Palabras clave: seguimiento, obesidad, nefropatía.

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma patologia de etiologia multifatorial, associada a diversos fatores biológicos, socioeconômicos, psicossociais e ambientais (Powell-Wiley et al., 2021). É uma doença crônica de fisiopatologia complexa, caracterizada por hipertrofia e hiperplasia do tecido adiposo resultante de um estado energético crônico desequilibrado, resultando em uma série de alterações metabólicas (Gammone; D'orazio, 2021).

A obesidade e o sobrepeso estão entre os principais fatores relacionados à carga global de morbidade, impactando fortemente o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. Em 2016, mais de 1,9 mil milhões de adultos tinham excesso de peso e aproximadamente 13% da população adulta mundial era obesa (Organização Mundial de Saúde, 2021).

O elevado percentual de gordura corporal favorece o desenvolvimento de inúmeras comorbidades, como diabetes, doenças cardiovasculares e doença renal crônica (DRC). A DRC é considerada um problema de saúde pública global devido à sua elevada morbidade e mortalidade, com prevalência mundial de aproximadamente 11-13% (Li et al., 2022). A DRC é caracterizada como uma doença silenciosa em seus estágios iniciais,

pois permanece assintomática ou apresenta sintomas inespecíficos, dificultando o diagnóstico precoce, sendo causa de morte de 1,2 milhão de pessoas por ano (Mizdrak et al., 2022).

A função renal está diretamente relacionada a diversos processos fisiológicos, como homeostase sanguínea, integridade mineral óssea e pressão arterial sistêmica. Assim, a alteração da função renal decorrente da redução do número de néfrons resulta em complicações que envolvem a desregulação dos sistemas orgânicos (Romagnani et al., 2017).

Existem vários mecanismos que podem afetar o funcionamento de toda a estrutura dos néfrons. Considerando a complexidade das doenças renais, é de extrema importância que o tratamento da DRC seja realizado desde os estágios iniciais, a fim de retardar a progressão da DRC. Considerando as inúmeras comorbidades associadas à DRC, estudos indicam que indivíduos obesos apresentam um risco 3 vezes maior de desenvolver DRC em estágio terminal em comparação com indivíduos com peso corporal e percentual de gordura corporal (%GC) adequados (Fritz et al., 2021; Mizdrak e outros, 2022).

A composição corporal e a capacidade funcional estão associadas à DRC, considerando que o excesso de gordura corporal e a redução da massa corporal magra estão relacionados a pior prognóstico, menor qualidade de vida, hospitalizações e mortalidade em pacientes com DRC. Evidências indicam que indivíduos com Índice de Massa Corporal (IMC) adequado e %GC elevado apresentam maior risco de desenvolver doenças metabólicas e, no caso de pacientes renais, %GC elevado representa um risco importante para efeitos deletérios à função renal (Bellissimo; Bettermann, 2020; Chen et al., 2018; Gammone; D'orazio, 2021; Lin; Lim; Hung, 2018).

Considerando a importância da avaliação da composição corporal para triagem e acompanhamento de pacientes com DRC, o presente estudo tem como objetivo avaliar o percentual de gordura de adultos saudáveis com função renal alterada.

2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, cuja amostra foi composta por indivíduos atendidos em um Centro de Prevenção de Doenças Renais Crônicas da cidade de São



Luis, Maranhão. Além disso, os acompanhantes dos pacientes foram convidados a participar da formação do grupo controle (saudáveis). Também fizeram parte do grupo de controle alunos do Curso de Formação de Oficiais (CFO) dos Bombeiros e da Polícia Militar da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). A amostra foi composta por participantes de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos.

A coleta de dados foi realizada em sala preparada e realizada em duas etapas: entrevista por meio de questionário semiestruturado com questões sociodemográficas e hábitos de vida, e aferição de medidas antropométricas e pressão arterial. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O presente estudo foi conduzido de acordo com a resolução CONEP n.º 466/2012. Foi garantida a confidencialidade dos dados e o voluntário teve o direito de desistir de participar do estudo a qualquer momento.

As medidas antropométricas foram realizadas em duplicata e as médias foram consideradas para análise dos dados. As medidas antropométricas incluindo peso, altura e circunferências da cintura, quadril, braço, panturrilha e pescoço foram obtidas por meio de técnicas padronizadas e por pesquisadores previamente treinados.

O percentual de gordura corporal, massa magra, peso mínimo e máximo, taxa de metabolismo e % de água foram estimados por meio do aparelho de bioimpedância tetrapolar (Maltron®, BF-906, Cardiomed/Brasil), conforme protocolos estabelecidos em seu manual instrumental. O método de análise de impedância bioelétrica é um método relativamente acessível, não invasivo e simples que avalia a composição corporal e a água corporal total através da passagem de uma corrente elétrica e da resistência tecidual (Gallager, 2008). A aferição e classificação da pressão arterial (PA) foram baseadas no protocolo da VII Diretriz Brasileira de Hipertensão (Malachias et al., 2016).

O SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, EUA) versão 19.0 foi utilizado para análise estatística dos dados coletados. Foram realizadas análises descritivas (média ou mediana e desvio padrão). A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis consideradas com distribuição normal foram analisadas pelo teste t de Student e aquelas com distribuição anormal foram



analisadas pelo teste U de Mann-Whitney. Os resultados foram considerados significativos se $p < 0,05$.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Maranhão CAAE: 67030517.5.0000.5087.

3 RESULTADOS

A amostra foi composta por 244 participantes, dos quais 76,2% (n=186) eram do sexo feminino e 23,8% (n=58) do sexo masculino. A média de idade da amostra foi de $46,14 \pm 15,19$ anos e, do total, 56,6% (n=138) são adultos saudáveis e 43,4% (n=106) apresentam alterações na função renal.

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra total em relação às variáveis antropométricas e hemodinâmicas, onde se observa uma média de %GC de $36,03 \pm 11,95$. A partir da análise de frequência percentual, constatou-se também que 81,1% (n=198) das participantes tiveram %GC classificado como alto, enquanto apenas 18,9% (n=46) tiveram %GC dentro da normalidade.

Tabela 1. Variáveis antropométricas e hemodinâmicas de adultos saudáveis com função renal alterada (n = 244).

Variável	Média	SD
Peso (kg)	67,06	15,19
Altura (cm)	157	13,31
IMC (kg/m ²)	26,96	0,08
WC (cm)	85,93	4,68
CA (cm)	30,11	12,94
CC (cm)	35,59	4,04
PAS (mmHg)	124,35	3,53
PAD (mmHg)	78,27	23,77
%GC	36,03	11,95

Abreviaturas: DP – desvio padrão; kg – quilograma; cm – centímetro; IMC – Índice de Massa Corporal; kg/m² – quilograma por metro quadrado; CC – circunferência da cintura; CA – circunferência do braço; CC – circunferência da panturrilha; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; mmHg – milímetros de Mercúrio; %GC – percentual de gordura corporal.
Fonte: Autor (2024).

Foi testada a normalidade dos dados e utilizados os testes apropriados para cada variável, considerando o resultado significativo quando $p < 0,05$.

A Tabela 2 mostra que as variáveis peso, circunferência do braço (CB) e circunferência da cintura (CC) apresentaram valores médios maiores no grupo renal em comparação ao grupo de adultos saudáveis.

Tabela 2. Análise das variáveis antropométricas, com distribuição normal, segundo alterações da função renal (n = 244).

Variável*	Saudável	Renal	valor p
Peso (kg)	65,10±13,46	69,60±12,72	0,009
CA (cm)	29,62±4,32	30,74±3,57	0,032
WC (cm)	82,80±12,85	90,00±11,94	>0,001
%GC	35,87±9,73	36,24±8,23	0,755

Abreviaturas: kg - quilograma; cm - centímetro; CC - circunferência da cintura; CA - circunferência do braço; %GC - percentual de gordura corporal; *Teste t de Student - valores descritos como média e desvio padrão.

Fonte: Autor (2024).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que apenas a variável altura não apresentou diferença significativa entre os grupos. Por outro lado, as variáveis idade, IMC, RCE, CP, PAS e PAD apresentaram valor mediano maior no grupo com alteração da função renal em comparação ao grupo controle (saudável).

Tabela 3. Análise das variáveis antropométricas, com distribuição não normal, segundo alterações da função renal (n = 244).

Variável*	Saudável	Renal	valor p
Anos de idade)	40 (18 - 78)	54 (20 - 77)	<0,001
Altura (cm)	157 (144 - 176)	158 (142 - 177)	0,270
IMC (Kg/m ²)	26,39 (15,12 - 41,00)	27,70 (17,32 - 37,94)	0,019
RCE	0,52 (0,34 - 0,77)	0,57 (0,41 - 1,09)	>0,001
NF (cm)	34,01 (28,00 - 43,00)	35,85 (28,00 - 47,30)	>0,001
PAS (mmHg)	117 (80 - 220)	133 (78 - 202)	>0,001
PAD (mmHg)	76 (52 - 130)	80 (47 - 110)	0,001

Abreviaturas: kg - quilograma; cm - centímetro; RCEst - relação cintura-estatura; CP - circunferência do pescoço; PAS - pressão arterial sistólica; PAD - pressão arterial diastólica; mmHg - milímetros de Mercúrio; *Teste de Mann-Whitney - valores descritos como mediana.

Fonte: Autor (2024).

Por fim, foi aplicado o teste qui-quadrado para analisar a prevalência de %GC alterado e normal entre os grupos. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, houve elevada prevalência de %GC no grupo renal em comparação ao grupo controle (saúdável) [86,8% (n=92), 76,8% (n=106); $p=0,048$], respectivamente.

Tabela 4. Prevalência de percentual de gordura corporal elevado em pacientes com função renal alterada (n = 244).

Variável*	Saúdável	Renal	valor p
%GC			
Normal	23,2% (n= 32)	13,2% (n=14)	0,048
Modificado	76,8% (n=106)	86,8% (n=92)	

Abreviaturas: %GC - percentual de gordura corporal; *Teste qui-quadrado.
Fonte: Autor (2024).

A DRC tem tido uma incidência crescente nas últimas décadas devido à elevada prevalência dos fatores etiológicos mais frequentes na doença renal, entre os quais se destacam a obesidade, a hipertensão e o diabetes mellitus (DM) (Cheng et al., 2021). Os resultados apresentados confirmam a importância do diagnóstico precoce da DRC e do acompanhamento dos estágios por meio de variáveis antropométricas, que são de baixo custo, de fácil acesso e aplicáveis.

Este estudo confirma a associação entre %GC elevado e doença renal. O estado nutricional é um importante preditor de prognóstico em pacientes com DRC, considerando também que a obesidade nesta população é mais agravante e contribui para efeitos negativos no que diz respeito à progressão do dano renal [15].

Embora seja amplamente utilizado na avaliação da composição corporal e do estado nutricional, o IMC não diferencia compartimentos corporais como massa magra e massa gorda (Kovesdy et al., 2017). Evidências indicam que indivíduos com IMC normal e %GC alterado apresentam maior risco de desenvolver doenças metabólicas, causadas por alterações no perfil lipídico, intolerância à glicose e níveis inflamatórios mais elevados, em comparação com indivíduos com %GC adequado (Bellissimo; Bettermann, 2020; Lin; Lim; Hung, 2018).

Hábitos alimentares saudáveis estão correlacionados com uma menor probabilidade de progressão da ARDC para a fase terminal, resultando em melhores taxas de sobrevivência em pacientes com doença renal, favorecendo a redução da inflamação sistêmica (Paula Bruch Bertani et al., 2019).

Em suma, destacamos a importância de diversos estudos que investiguem o perfil da DRC no Brasil, a fim de possibilitar uma maior coleta de dados com base nesta população e no sistema de saúde brasileiro para desenvolver estratégias para a implementação de políticas públicas voltadas aos pacientes com DRC.

4 DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta uma discussão sobre alguns pontos a serem considerados pelos atores envolvidos na elaboração e implementação de um modelo computacional utilizado neste estudo, que mostrou um excelente desempenho na classificação do percentual de gordura corporal em adultos através de variáveis simples de circunferência corporal, quando em comparação com os métodos mais usuais. Baseia-se no panorama apresentado até o momento, que contempla que o recurso tecnológico pode se configurar como um valioso instrumento na classificação do percentual de gordura corporal em adultos saudáveis com alterações na função renal, para promoção da saúde, proporcionando o repasse de informações, melhoria na comunicação e estimulação da autonomia de pacientes com DRC.

Este estudo avaliou o percentual de gordura de adultos saudáveis com função renal alterada. A DRC é um problema de saúde pública global, responsável por cerca de 850.000 mortes por ano. No Brasil, a prevalência é elevada, com cerca de 11 a 12 milhões de habitantes adultos convivendo com a doença (Leal; Rodrigues, 2019; Sarmiento et al., 2018).

Quanto à distribuição por sexo, houve predomínio de participantes do sexo feminino, fato também observado em outros estudos publicados no Brasil (Back et al., 2017; Gasparini, 2018; Santos et al., 2017).

Em relação às variáveis antropométricas, observou-se que a média do IMC da população estudada foi de 26,96 kg/m² e o índice de massa corporal foi de 36,03%.



Quando o IMC foi classificado, a maioria dos indivíduos estava na faixa de pré-obesidade. Esse achado é semelhante ao encontrado no estudo de Gentile et al. (2021), em que a maioria dos pacientes estudados também apresentava sobrepeso ou obesidade.

Porém, segundo o Departamento de Nutrição da Associação Brasileira para Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO - 2022), o IMC não é suficiente para avaliar a composição corporal, por isso a utilização de outros métodos, como a Avaliação da Impedância Bioelétrica (BIA), pode avaliar qualitativa e quantitativamente as reservas energéticas corporais, garantindo assim uma avaliação mais profunda da composição corporal em indivíduos com DRC.

Vários índices antropométricos, como IMC, Circunferência do Quadril (CQ), Relação Cintura-Quadril (RCQ), Relação Cintura-Altura (RCEst) e Circunferência da Cintura (CC), têm sido colocados em prática para determinar a relação entre excesso de peso e risco. fatores para doenças crônicas (Silva et al., 2016).

O Índice de Adiposidade Corporal (IAC) permite classificar o peso dos sujeitos em três classes: obesidade; excesso de peso e peso saudável. O IAC combinado com CC e IMC pode contribuir para a predição do risco cardiometabólico, pois esses três indicadores estimam de forma semelhante e consistente a adiposidade e o risco de DCV, conforme afirmado no estudo de Mussi e Petróski (2019). Em nosso estudo, o peso dos participantes ficou em torno de 67,06 kg, a CC (cm) foi de 85,93, a CA (cm) foi de 30,11 e a média de CPANT (cm) foi de 35,59. Isto vai ao encontro das definições de obesidade que na maioria das vezes são baseadas no IMC e, segundo proposta da Organização Mundial da Saúde (OMS - 1998), valores de IMC iguais ou superiores a 25,0 kg/m² e 30,0 kg/m² são considerados usado para identificar sobrepeso e obesidade, respectivamente.

Embora seja fácil obter o IMC, esta é uma estimativa imprecisa da distribuição da gordura corporal e não diferencia entre massa magra e gorda. Assim, a gordura corporal pode diferir dentro de um mesmo valor de IMC e há evidências de que pacientes com DRC apresentam maior percentual de massa gorda quando comparados a indivíduos controle (Noori et al., 2010).



A prevalência de sobrepeso e obesidade em todo o mundo tem aumentado substancialmente e é um importante fator de risco para o desenvolvimento e progressão da DRC, independentemente da ocorrência concomitante de outras comorbidades, como hipertensão arterial sistêmica (HAS) e DM (Cirillo et al., 2006). Os dados encontrados neste estudo sobre a HAS estão de acordo com a literatura, que destaca que a HAS geralmente evolui com alterações estruturais e/ou funcionais em órgãos-alvo, principalmente coração, cérebro, rins e vasos, sendo o principal fator de risco modificável com associação independente, linear e contínua para o desenvolvimento da DRC (Barroso et al., 2021).

Vários estudos têm demonstrado associação entre maior IMC e presença de proteinúria em indivíduos sem doença renal (Chang et al., 2013; Foster et al., 2008). Outros estudos mostraram uma associação entre medidas de obesidade e o desenvolvimento/progressão da DRC, com perda mais rápida da taxa de filtração glomerular estimada (TFGe) ao longo do tempo e a incidência de DRC em sua fase terminal (Kramer et al., 2016; Lu e outros, 2014).

Neste estudo, de acordo com o ponto de corte para IMC ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$) recomendado pela OMS para a população geral, o percentual médio de gordura foi de $36,03\% \pm 11,95$, percentual acima do recomendado pelo nível %GC. A estimativa do %GC é mais aceitável para identificação do excesso de gordura corporal.

Portanto, avaliar a composição corporal não é possível apenas pelo IMC, pois esse método não permite distinguir entre massa gorda e massa magra. E, considerando o aumento da prevalência de obesidade em pacientes com DRC e que os índices antropométricos universalmente utilizados para seu diagnóstico na população geral podem não apresentar o mesmo desempenho nesses indivíduos. Dentre os diversos métodos que podem ser utilizados para análise da composição corporal, neste estudo foram utilizados: Árvore de Decisão, KNN ($k = 7$), Regressão Logística, SVM Linear, SVM Polinomial, RBF VMS, SVM Sigmóide, com o objetivo de averiguar a sensibilidade, especificidade e acurácia de cada um em relação ao percentual de gordura corporal. Em todos os métodos avaliados neste estudo as médias apresentaram diferenças

significativas, porém o método com maior sensibilidade e especificidade foi a Árvore de Decisão para o desenvolvimento da aplicação mobile.

Vários autores destacam que o desenvolvimento de novas ferramentas e a sua utilização por profissionais, professores e estudantes pode proporcionar um processo operacional e atrativo que traduza a mudança social, baseado nas tecnologias de informação e comunicação (TIC) (Deguirmendjian et al., 2016).

Além disso, no domínio das TIC, está a surgir uma nova concepção em inúmeras áreas, incluindo a saúde. Esse processo pode auxiliar a equipe profissional a se comunicar com o paciente e repassar informações, visando o acesso ou manutenção da saúde (Rocha et al., 2016).

Com a popularização da internet, as TICs vêm alcançando usuários de todas as classes sociais e faixas etárias e proporcionando a divulgação de diversos serviços no mundo. A OMS determinou como prioridade a inserção e implementação de recursos na área da saúde. Essa modalidade foi denominada eHealth ou saúde eletrônica. Entre os serviços disponíveis estão telessaúde, eLearning (ensino eletrônico) e saúde móvel (mHealth), ferramentas que permitem a capacitação de profissionais, diagnóstico e tratamento de pacientes, registro de dados mais preciso, eficiência na gestão e educação para o autocuidado, até mesmo em os locais mais remotos do planeta (OMS, 2016).

mHealth é a utilização de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, para promover conhecimentos sobre saúde. Ela vem ganhando espaço e se fortalecendo, sendo considerada uma estratégia custo-efetiva e segura. A expansão do mercado de dispositivos móveis gerou oportunidades comerciais e sociais. A utilização destes instrumentos está a aumentar devido à sua crescente acessibilidade e à quebra de barreiras de mobilidade (Samo; Canella; Bandoni, 2014).

É encontrado no estudo de Santana et al. (2016), que dentre as TIC voltadas para a área da saúde, os autores podem citar a Computação Móvel e a Saúde Móvel. Essas ferramentas oferecem ampla possibilidade de comunicação em todos os contextos sociais, estimulando os indivíduos a uma maior independência na busca pelo conhecimento, intensificando os processos educativos através das potencialidades das qualidades de cada indivíduo, agregando valores e compartilhando conhecimentos.

Para Lima e Barbosa (2019), a entrada da Computação Móvel ocorreu devido ao aumento da acessibilidade aos dispositivos móveis; Os aparelhos passaram a ter outras funções além de fazer ligações telefônicas, passando a oferecer serviços de vídeo e sendo úteis para estudar, trabalhar, realizar reuniões, acessar mapas, compartilhar informações, além de acessar informações de saúde a qualquer momento.

A noção de Mobile Healths (mHealth) pode ser retratada como a utilização dos meios de comunicação social para serviços de saúde. Métodos são criados para estimular comportamentos saudáveis de diversas formas, tanto na gestão do autocuidado quanto no auxílio nas questões administrativas e financeiras favoráveis à adesão ao tratamento dos pacientes com DRC (Rocha et al., 2016).

Autores como Pereira, Tarcia e Sigulem et al. (2012) argumentam que a tecnologia digital é um recurso adicional às ações de saúde e pode ser utilizada em diversos segmentos como treinamento, geração e armazenamento de dados, diagnóstico, auxílio na definição de condutas para tratamento e acompanhamento de pacientes in loco ou em regime de atendimento. distância, como no Atendimento Domiciliar.

Quanto à utilização de aplicativos na área da saúde, nota-se que a maior parte das publicações é proveniente dos Estados Unidos da América (33,5%), Brasil (14,0%) e Suécia (9,5%). Essas publicações estão voltadas principalmente para oncologia (19,0%), doenças respiratórias (14,3%) e Atenção Primária à Saúde (14,3%) (OLIVEIRA et al., 2020). Outro estudo indicou que as principais áreas de foco das aplicações são condições crônicas (45%), reabilitação (27%) e fornecimento de instruções e informações (18%) (Fernandes et al., 2013).

De acordo com o estudo de Barra et al. (2017), os dispositivos móveis, especialmente os aplicativos móveis, visam proporcionar às pessoas acesso à informação e ao conhecimento, sem restrições de tempo e espaço. A capacidade de superar as barreiras do tempo e do espaço também permite novas formas de comunicação, o que acrescenta valor estratégico à sociedade da Era da Informação.

Ao analisar diversos estudos na literatura, encontramos o estudo de Fernandes et al. (2013), cujo objetivo foi desenvolver um software Web e mobile em Java para promoção da saúde nutricional, o Sistema Nutricional Web e Móvel - NUTRILIFE, que

demonstrou grande importância e utilidade pela sua aplicabilidade na área da saúde e comprovou que o sistema é um ótima ferramenta para auxiliar no controle da dieta e do peso, promovendo uma vida mais saudável.

O estudo de Caivano, Ferreira e Domene (2014), cujo objetivo foi avaliar a percepção dos usuários em relação à usabilidade do Guia Alimentar Digital (GAD), aplicativo para smartphone, com orientações sobre alimentação saudável, concluiu que o aplicativo, na percepção de seus usuários, apresentou boa usabilidade, contribuindo para a promoção de escolhas alimentares saudáveis e transição para o peso adequado, além de demonstrar que os aplicativos são um recurso adicional às ações assistenciais.

O estudo de Cruz e Nacif (2015) teve como objetivo desenvolver um aplicativo de avaliação nutricional para celulares com sistema Android. Foi desenvolvido um aplicativo denominado Diet Help, composto por sete funcionalidades: “Perfil do Usuário”, “Registro Alimentar”, “Resumo do Dia”, “Histórico da Dieta”, “Calorias Alimentares”, “Alimentação Saudável” e “Excluir Usuário”. As principais linguagens de programação utilizadas foram Android, Java, Javascript e SQLite para bancos de dados. O Diet Help permite calcular o índice de massa corporal, classificar o estado nutricional de acordo com idade e sexo, informar a necessidade energética diária recomendada, a quantidade de calorias e nutrientes consumidos em cada refeição e se o consumo está de acordo com o recomendado para o idade e sexo do usuário. Também permite verificar a quantidade de calorias e nutrientes por 100g de qualquer alimento e traz informações sobre alimentação saudável, com base no Guia Alimentar para a População Brasileira.

Observa-se que esses estudos tiveram resultados semelhantes ao aplicativo utilizado em nosso estudo, onde apresentou um bom desempenho, o que pode ser explicado pela utilização de variáveis preditoras, como circunferências corporais, que são parâmetros difundidos na literatura para avaliação corporal composição e associada à presença de gordura visceral e comorbidades, como doenças cardiovasculares e DRC, além da utilização de variáveis como sexo, idade, peso e altura simultaneamente, que são frequentemente utilizadas para avaliação nutricional e estado de saúde da população em geral.

O estudo de Teixeira (2023) resultou no desenvolvimento de um protótipo intitulado “Cuidando do Rim” como produto de pesquisa, cujo objetivo é promover o autocuidado de crianças e adolescentes com DRC. Assim, acredita-se que o recurso tecnológico construído e validado em seu estudo pode configurar-se como um instrumento valioso na promoção da saúde, proporcionando a transferência de informações, melhoria na comunicação, estímulo à autonomia e inclusão social de jovens com DRC. Além disso, acredita-se que por meio do uso da tecnologia será possível promover uma assistência de melhor qualidade ao paciente durante o curso da doença e que a orientação aos pacientes e seus familiares é de grande valia para a melhora do quadro clínico e controle da doença.

A incorporação de tecnologias móveis nos cuidados de saúde exige que o seu desenvolvimento e aplicação sejam apoiados em investigação científica e metodologias rigorosas. Este é um campo amplo para investigar e deve ser orientado e estruturado com conhecimento, ética e respeito (Farias et al., 2015).

A interface simples e autoexplicativa proporciona melhor aderência e comunicação dos usuários, bem como a participação dos próprios usuários na construção das ferramentas, garantindo integração com a realidade e proximidade com as necessidades vivenciadas (Schulman-Green et al., 2016).

São muitos os desafios para incorporar novas tecnologias no contexto da saúde no Brasil e na prática assistencial dos profissionais. Portanto, o desenvolvimento de uma aplicação engloba custos, conhecimento técnico-científico, comprometimento dos profissionais envolvidos, entre outros elementos. É necessário discutir, entre a sociedade e os órgãos de pesquisa, a determinação e regulamentação de protocolos, diretrizes específicas, que visam orientar o processo de criação e validação dessas ferramentas. Essa medida propõe garantir preceitos éticos, como o sigilo das informações e a segurança dos sujeitos (Boendermaker; Veltkamp; Peeters, 2017; Calinescu et al., 2016).

A construção de um projeto de aplicativo também deve prever a participação do usuário, que pode contribuir para validar etapas importantes como identificação com o conteúdo do instrumento, manuseio e interação com a interface, o que pode garantir maior usabilidade e eficácia do aplicativo. A conexão positiva do paciente com o aplicativo

potencializará sua adesão ao recurso tecnológico. Portanto, são muitos os desafios para incorporar novas tecnologias no contexto da saúde no Brasil e na prática assistencial dos profissionais (Hertel et al., 2013).

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, identificou-se maior prevalência de %GC alterado no grupo com função renal alterada, bem como excesso de peso corporal e circunferências corporais alteradas. Além disso, foram observados níveis mais elevados de PAS e PAD neste mesmo grupo. Assim, é importante monitorar o estado nutricional dos pacientes com DRC, com o objetivo de manter um estado nutricional adequado, controlar as alterações metabólicas e controlar a progressão da lesão renal, proporcionando melhor qualidade de vida a esta população.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Ao Laboratório de Processamento de Informações Biológicas (PIB) da UFMA. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Ao Centro de Prevenção de Doenças Renais do Hospital Universitário Presidente Dutra (HUUFMA).

REFERENCES

- ABESO. Posicionamento sobre o tratamento nutricional do sobrepeso e da obesidade: Departamento de Nutrição da Associação Brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica. 1ª Ed. São Paulo: ABESO, 2022. Disponível em: https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2022/11/posicionamento_2022-alterado-nov-22-1.pdf Acesso em: 26 jan. 2024.
- BACK, Ivi Ribeiro; MARCONI, Sonia Silva; GAINO, Natalia Moreno; VULCANO, Daniela Salate Biagioni et al. Composition in patients with Crohn's disease and ulcerative colitis. *Arquivos de Gastroenterologia*, v. 54, n. 2, p. 109-114, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0004-2803.201700000-02>
- BARRA, Daniela Couto Carvalho et al. Métodos para desarrollo de aplicaciones móviles en salud: revisión integral de la literatura. *Texto Contexto Enfermagem*, v. 26, n. 4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017002260017>
- BARROSO, Weimar Kunz Sebaa et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial-2020. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 23, n. 116, p. 528-620, abr. 2021. Disponível em: <http://departamentos.cardiol.br/sbc-dha/profissional/pdf/Diretriz-HAS-2020.pdf> Acesso em: 26 jan. 2024.
- BELLISSIMO, Moriah P.; BETTERMANN, Erika L.; TRAN, Phong H.; CRAIN, Benjamin H. et al. A aptidão física, mas não a qualidade da dieta, distingue adultos obesos magros e com peso normal. *Revista da academia de nutrição e dietética*, v. 120, n. 12, pág. 1963-1973, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.07.020>
- BOENDERMAKER, Wouter J.; VELTKAMP, Remco C.; PEETERS, Margot. Treinamento de controle comportamental em adolescentes por meio de um jogo sério. *Revista Jogos para a Saúde*, v. 6, pág. 351-357, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0071>
- CAIVANO, Simone; FERREIRA, Beatriz Jansen; DOMENE, Semiramis Martins Álvares. Avaliação da usabilidade do Guia Alimentar Digital móvel segundo a percepção dos usuários. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.19, n. 5, p. 1437-1446, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014195.13932013%20%20>
- CALINESCU, Ana-Maria; MCLIN, Valérie; SPAHNI, Stéphane; BOGGINI, Thomas et al. Kidsetransplant: a serious game for liver transplanted children. *Médecine/Sciences*, v. 32, n. 12, p. 1120-1126, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1051/medsci/20163212016>
- CHANG, Alex; VAN HORN, Linda; JACOBS, David R. Jr.; LIU, Kiang et al. Fatores relacionados ao estilo de vida, obesidade e microalbuminúria incidente: o estudo CARDIA (Coronary Artery Risk Development in Young Adults). *Revista Americana de*

Doenças Renais, v. 62, n. 2, pág. 267-275, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.02.363>

CHEN, Yuan-Yuei et al. Alterações na porcentagem de gordura corporal como um substituto útil para o risco de declínio da função renal. **Relatórios Científicos**, v. 8, n. 1, pág. 17289, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35601-2>

CHENG, Hui-Teng; XU, Xiaoqi; LIM, Paik Seong; HUNG, Kuan-Yu. Worldwide epidemiology of diabetes-related end-stage renal disease, 2000–2015. **Diabetes Care**, v. 44, n. 1, p. 89-97, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2337/dc20-1913>

CIRILLO, Pietro; SATO, Waichi; REUNGJUI, Sirirat; HEINIG, Marcelo et al. Uric Acid, the Metabolic Syndrome, and Renal Disease. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 17, n. 1, p.165–168, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1681/asn.2006080909>

CRUZ, Daniele Lima; NACIF, Márcia. Elaboração de aplicativo de avaliação nutricional para telefones celulares com sistema Android. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 977-988, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2015.15555>

DEGUIRMENDJIAN, Samira Candalaft; MIRANDA, Fernanda Maria de Miranda; ZEM-MASCARENHAS, Silvia Helena. Serious Game desenvolvidos na Saúde- Revisão Integrativa da Literatura. **Journal of Health Informatics**, v. 8, n. 3, p. 110-16, 2016. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/410> Acesso em: 26 jan. 2024.

FARIAS, Adelito Borba; PEREIRA, Mariana Xavier; HENRIQUE, Mychelline Souto; ALMEIDA, Rayana Alencar de. Educação em Saúde no Brasil: uma revisão sobre aprendizagem móvel e desafios na promoção de saúde no Brasil. **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015)**, v. 1, p. 614, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.614>

FERNANDES, Flávia Gonçalves; OLIVEIRA, Luciene Chagas; BARBOSA, Austeir José; MOURA, Camila Caroline de Oliveira et al. Sistema nutricional web e mobile-Nutrilife. XI CEEL. Universidade Federal de Uberlândia, p. 25-29, 2013. Disponível em: https://peteletricaufu.com.br/static/ceel/doc/artigos/artigos2013/ceel2013_026.pdf Acesso em: 26 jan. 2024.

FOSTER, Meredith C.; HWANG, Shin-Jen; LARSON, Martin G.; LICHTMAN, Judith H. et al. Overweight, obesity, and the development of stage 3 CKD: the Framingham Heart Study. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 52, p. 39-48, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2008.03.003>

FRITZ, Josef et al. O índice de triglicerídeos-glicose e o risco de doença renal em estágio terminal relacionado à obesidade em adultos austríacos. **Rede JAMA Open**, v.4, n.3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.2612>

GALLAGER, ML Os nutrientes e seu metabolismo em: Mahan LK; Escott-Stamp, S. *Krausés Terapia Alimentar e Nutricional*. Missouri : Saunders Elsevier, 2008, p. 103-106.

GAMMONE, Maria Alessandra; D'ORAZIO, Nicolantonio. Covid-19 e Obesidade: sobreposição de duas pandemias. *Fatos sobre Obesidade*, v. 14, n. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1159/000518386>

GASPARINI, Rodrigo Galhardi. *Incidência e Prevalência de Doenças Inflamatórias Intestinais no Estado de São Paulo – Brasil*. 2018. 91f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina, São Paulo; Botucatu, 2018. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_acd4536d09255830082b19c8477171d0/Description Acesso em: 26 jan. 2024.

GENTILE, Francesco; SCIARRONE, Paolo; ZAMORA, Elisabet; DE ANTONIO, Marta et al. Body mass index and outcomes in ischaemic versus non-ischaemic heart failure across the spectrum of ejection fraction. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 28, n. 9, p. 948-955, ago. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/2047487320927610>

HERTEL, Niels Thomas; VEDEL, Katrine; ROHDE, Lisbeth; OLESEN, Julie Bech. Doença grave - jogo sério. *Estudos em tecnologia e informática em saúde*, v. 192, p. 1166-1166, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-289-9-1166>

KOVESDY, Csaba P. et al. Obesidade e doenças renais: consequências ocultas da epidemia. *Revista Brasileira de Nefrologia*, v. 39, n. 1, pág. 1-10, 1º de março. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/0101-2800.20170001>

KRAMER, Holly; GUTIÉRREZ, Orlando M.; JUDD, Suzanne E.; MUNTNER, Paul et al. Circunferência da cintura, índice de massa corporal e ESRD no estudo REGARDS (razões para diferenças geográficas e raciais no acidente vascular cerebral). *Jornal Americano de Doenças Renais*, v. 62-9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.05.023>

LEAL, Gabriela Cavalcanti Ramos; RODRIGUES, Giovanna de Sousa. *Estado nutricional de pacientes portadores de doença renal crônica no pós-transplante renal*. 2019. 28 f. Monografia (Curso Bacharel em Nutrição) - Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS), Recife, 2019. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/handle/fpsrepo/677> Acesso em: 26 jan. 2024.

LI, Hangtian et al. Optimal Obesity- and Lipid-Related Indices for Predicting Metabolic Syndrome in Chronic Kidney Disease Patients with and without Type 2 Diabetes Mellitus in China. *Nutrients*, v. 14, n.7, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fnu14071334>



LIMA, Camila Santos Pires; BARBOSA, Sayonara de Fátima Faria. Aplicativos móveis em saúde: caracterização da produção científica da enfermagem brasileira. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, Goiás, v. 21, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5216/ree.v21.53278>

LIN, Ting-Yun; LIM, Paik-Seong.; HUNG, Szu-Chun. Normal-weight obesity and clinical outcomes in nondiabetic chronic kidney disease patients: a cohort study. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, v. 107, n. 4, p. 664-672, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy006>

LU, Jun Ling; KALANTAR-ZADEH, Kamyar; MA, Jennie Z.; QUARLES, L. Darryl; KOVESDY, Csaba P. Association of body mass index with outcomes in patients with CKD. *Journal of The American Society of Nephrology*, v. 25, p. 2088-96, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1681/asn.2013070754>

MALACHIAS, Marcus Vinícius Bolívar et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 107, n. 3, supl. 3, 2016. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf Acesso em: 26 jan. 2024.

MIZDRAK, Maja et al. Biomarcadores emergentes para detecção precoce de doença renal crônica. *Revista de Medicina Personalizada*, v. 12, n. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fjpm12040548>

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; PETRÓSKI, Édio Luiz. Capacidade preditiva de indicadores de obesidade para síndrome metabólica em adultos quilombolas (habitantes de comunidades negras). *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 7, pág. 2471-80, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018247.19032017>

NOORI, Nazanin; KOPPLE, Joel D.; KOVESDY, Csaba P.; FERROZE, Usama; SIM, Jhon J. et al. Mid-arm muscle circumference and quality of life and survival in maintenance hemodialysis patients. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, v. 5, n. 12, p. 2258-68, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2215/cjn.02080310>

OLIVEIRA, Lara Bezerra de et al. Aplicativos Móveis No Cuidado Em Saúde: Uma Revisão Integrativa. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, v. 93, n. 31, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31011/reaid-2020-v.93-n.31-art.760>

PAULA BRUCH BERTANI, Juliana; CRISLEI LUDVIG, Tuani; EUNICE GIOVANELLA, Cleidi; RUFATTO CONDE, Simara. Avaliação do consumo de fósforo, potássio e alimentos processados e ultraprocessados em pacientes com doença renal crônica. *Archives of Health Sciences (Online)*, v. 26, n. 2, p. 1459, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17696/2318-3691.26.2.2019.1459>

PEREIRA, Teresa Avalos; TARCIA, Rita; SIGULEM, Daniel. WEB 2.0: IMPACT ON FUTURE ACADEMIC USE. In: **EDULEARN12 Proceedings**. IATED, p. 2417-2423, 2012. Disponível em: <https://library.iated.org/view/AVALOSPEREIRA2012WEB>. Acesso em: 10 jan. 2024.

POWELL-WILEY, Tiffany M. et al. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, v. 143, n. 21, p. e984-e1010, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000973>

ROCHA, Thiago Augusto Hernandez; FACHINI, Luiz Augusto; THUMÉ, Elaine; SILVA, Núbia Cristina da et al. Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, n. 1, p. 159-170, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000100016>

ROMAGNANI, Paola et al. Chronic kidney disease. *Nature reviews. Disease primers*, v. 3, p. 17088, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.88>

SANTANA, Cristina Célia de Almeida Pereira; NAGHETTINI, Alessandra Vitorino; FREITAS, Ana Tereza Vaz de Souza et al. Aplicativos como estratégia de ensino na doença renal crônica infantil: uma revisão da literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE (CBIS), 15., 2016, Goiânia. *Anais [...]*. Goiânia, Goiás: nov. 2016. p.287- 298. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/anais_cbis_2016. Acesso em: 12 dez. 2023.

SANTOS, Rachel Miranda dos; CARVALHO, Ana Teresa Pugas; SILVA, Kelly dos Santos; SÁ, Selma Petra Chaves et al. Inflammatory bowel disease: out patient treatment profile. *Arquivos de Gastroenterologia*, v. 54, n. 2, p. 96-100, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-2803.201700000-01>

SARMENTO, Luana Rodrigues; FERNANDES, Paula Frassinetti Castelo Branco Camurça; PONTES, Marcelo Ximenes et al. (DRCT) validadas clinicamente em uma capital do Nordeste brasileiro. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, v. 40, n. 2, p. 130-135, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-3781>

SARNO, Flavio; CANELLA, Daniela Silva; BANDONI, Daniel Henrique. Mobile health e excesso de peso: uma revisão sistemática. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 35, n. 5-6, p. 424-431, 2014. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v35n5-6/18.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SCHULMAN-GREEN, Dena; JASER, Sarah S.; PARK, Chorong; WHITTEMORE, Robin. A metasynthesis of factors affecting self-management of chronic illness. *Journal of Advanced Nursing*, v. 72, n. 1, p. 1469-89, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jan.12902>

SILVA, Maria Elisabeth Machado Pinto e; PERINO, Paola; GUEDES, Bianca; RIOS, Tamires Leonardi Merino et al. Alimentação saudável: prevenindo a síndrome



metabólica. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 944-954, 2016. DOI: <https://doi.org/10.20396/san.v23i2.8647782>

TEIXEIRA, Sheilla Cristina Maia. Construção de protótipo de aplicativo móvel para auxiliar no autocuidado do paciente infanto-juvenil portador de Doença Renal Crônica. Natal, 2023. 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Humanas, Letras e Artes, Pós-Graduação em Gestão de Processos Institucionais. Natal, RN, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrrn.br/bitstream/123456789/54480/1/Construcaoprototipoaplicativo_Teixeira_2023.pdf Acesso em: 26 jan. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity and overweight. World Health Organization, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Obesidade: prevenindo e gerenciando a epidemia global: relatório de uma consulta da OMS, Genebra, 3-5 Jun 1997. Genebra: World Health Organization, 1998. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/63854> Acesso em: 26 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Difusão global da e-saúde: Tornando a cobertura universal de saúde alcançável. Relatório da terceira pesquisa global sobre e-saúde. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511780> Acesso em: 26 jan. 2024.

ANEXO D- Registro de Programa de Computador (RPC) - INPI



29/01/2024 870240007606
10:24

29409192314776761

Pedido de Registro de Programa de Computador - RPC

Número do Processo: 512024000264-2

Dados do Titular

Titular 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 06279103000119

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Cidade Universitária Dom Delgado, Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga.

Cidade: São Luis

Estado: MA

CEP: 65080-805

País: Brasil

Telefone: (98) 32728710

Fax:

Email: ageufma.cprp@ufma.br

Dados do Programa

Data de Criação: 26/10/2023

- § 2º do art. 2º da Lei 9.609/98: "Fica assegurada a tutela dos direitos relativos a programa de computador pelo prazo de cinquenta anos contados a partir de 1º de janeiro do ano subsequente ao da sua publicação ou, na ausência desta, da sua criação"

Título: Classificador do Percentual de Gordura em Paciente com Doença Renal Crônica

PETICIONAMENTO
ELETRÔNICOEsta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em
29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

Algoritmo hash: SHA-512 - Secure Hash Algorithm

Resumo digital hash: c2e489463e8ba9566b2040105522d626d2dc44468bcf5683d3b7dca3
927aeb900980058007e953e7d5dc1522e54afafee6ea1f74351e07756
43b3a8ae56bc4df

§1º e Incisos VI e VII do §2º do Art. 2º da Instrução Normativa: O titular é o responsável único pela transformação, em resumo digital hash, dos trechos do programa de computador e demais dados considerados suficientes para identificação e caracterização, que serão motivo do registro. O titular terá a inteira responsabilidade pela guarda da informação sigilosa definida no inciso III, § 1º, art. 3º da Lei 9.609 de 19 de fevereiro de 1998.

Linguagem: JAVA

Campo de Aplicação: SD01-SAÚDE (POLÍTICA DE SAÚDE, HIGIENE, SAÚDE FÍSICA, MENTAL, PÚBLICA)

Tipo de Programa: FA01 - FERRAMENTA DE APOIO

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em
29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

Dados do Autor

Autor 1 de 8**Nome:** ANNA CYNTHIA BRANDÃO NASCIMENTO MANIÇOBA**CPF:** 91310679304**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Médico**Endereço:** Rua do Farol número 08, apto 204, Ed Monte Fuji, Ponta do Farol**Cidade:** São Luís**Estado:** MA**CEP:** 65077-450**País:** BRASIL**Telefone:** (98) 981 143006**Fax:****Email:** anna.cyntia@ufma.br**Autor 2 de 8****Nome:** ALLAN KARDEC DUAILIBE BARROS FILHO**CPF:** 34022589353**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Professor do ensino superior**Endereço:** Edifício Salvador Dali, Avenida Nina Rodrigues, nº3333,
Apartamento 102, Ponta d'areia**Cidade:** São Luís**Estado:** MA**CEP:** 65077-300**País:** BRASIL**Telefone:** (98) 988 867131**Fax:****Email:** akduailibe@gmail.com**Autor 3 de 8**

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em
29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

Nome: EWALDO EDER CARVALHO SANTANA

CPF: 24267341320

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua 8, Nº 1, Edifício Valence, Ap – 303, Residencial dos Ipês

Cidade: São Luís

Estado: MA

CEP: 65070-497

País: BRASIL

Telefone: (98) 991 200312

Fax:

Email: ewaldoeder@gmail.com

Autor 4 de 8

Nome: NILVIANE PIRES SILVA

CPF: 02351526333

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua Duque Bacelar, S/N, Condomínio Atenas Park IV, Bloco 11,
Apartamento. 201, Parque Atenas

Cidade: São Luís

Estado: MA

CEP: 65072-023

País: BRASIL

Telefone: (98) 991 511526

Fax:

Email: nilvipires@gmail.com

Autor 5 de 8

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em
29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

Nome: ERIKA CRISTINA RIBEIRO DE LIMA CARNEIRO

CPF: 61607894300

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Médico

Endereço: Avenida Daniel de La Touche, Condomínio Ecovitalle, casa 5, Olho D'água

Cidade: São Luís

Estado: MA

CEP: 65074-115

País: BRASIL

Telefone: (98) 988 258973

Fax:

Email: erikacarneiro204@gmail.com

Autor 6 de 8

Nome: GUILHERME DE OLIVEIRA LIMA

CPF: 60036568325

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Estudante de Pós Graduação

Endereço: Estrada da Raposa, nº72, Araçagy

Cidade: Raposa

Estado: MA

CEP: 65138-000

País: BRASIL

Telefone: (98) 988 095799

Fax:

Email: guilhermeolima2010@gmail.com

Autor 7 de 8

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

Nome: ALEX BARRADAS FILHO

CPF: 84233443391

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Avenida Grande Oriente, nº 38, Condomínio Parque Renascença, Da Vinci, 805, Jardim Renascença

Cidade: São Luís

Estado: MA

CEP: 65075-180

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email: alex.barradas@ufma.br

Autor 8 de 8

Nome: JOSÉ ANTÔNIO COSTA LEITE

CPF: 95309640304

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua São João, 16, Vila Isabel Anjo da Guarda

Cidade: São Luís

Estado: MA

CEP: 65080-748

País: BRASIL

Telefone: (98) 987 290296

Fax:

Email: jcqlite@gmail.com

Declaração de Veracidade - DV

Nome: declaracaoVeracidade__36_.pdf

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 29/01/2024 às 10:24, Petição 870240007606

DECLARAÇÃO DE VERACIDADE - CLIENTE

Em atendimento à Instrução Normativa em vigor eu, UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, CNPJ: 06.279.103/0001-19, declaro, para fins de direito, sob as penas da Lei e em atendimento ao art. 2º do Decreto nº 2.556², de 20 de abril de 1998, que as informações feitas no formulário eletrônico de programa de computador – e-Software, são verdadeiras e autênticas.

Fico ciente através desse documento que a falsidade dessa declaração configura crime previsto no Código Penal Brasileiro e passível de apuração na forma da Lei.

Ciente das responsabilidades pela declaração apresentada, firmo a presente.

-----assinado digitalmente-----

DECRETO Nº 2.556, DE 20 DE ABRIL DE 1998

Art. 1º Os programas de computador poderão, a critério do titular dos respectivos direitos, ser registrados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI.

Art. 2º A veracidade das informações de que trata o artigo anterior são de inteira responsabilidade do requerente, não prejudicando eventuais direitos de terceiros nem acarretando qualquer responsabilidade do Governo.

29409192314776761

ANEXO B - ARTIGO SUBMETIDO

Título: Diagnosis of Chronic Kidney Disease in a population of the northeast region of Brazil by Artificial Intelligence with the use of Decision Tree

Períodico: **Cadernos de Saúde Pública, ENSP, FIOCRUZ** ISSN 1678-4464

Autores: Anna Cyntia Brandão Nascimento Maniçoba; Guilherme de Oliveira Lima; Alex Oliveira Barradas Filho; José Antônio Costa Leite; Érika Cristina Ribeiro de Lima Carneiro; João Pedro Pimentel Abreu; Ewaldo Eder Carvalho Santana; Nilviane Pires Silva Sousa; Allan Kardec Duailibe Barros Filho.

Qualis: A4 - Biotecnologia

Comprovante de submissão recebido

Diagnosis of Chronic Kidney Disease in a population of the northeast region of Brazil by Artificial Intelligence with the use of Decision Tree

ABSTRACT

Introduction: This study addresses the growing global challenge of the overweight and obesity epidemic, which contributes to the development of various health conditions, including cardiovascular disease, diabetes, and chronic kidney disease (CKD). The aim was to develop a system for classifying body fat percentage using non-invasive indicators in patients with and without CKD. **Methods:** This cross-sectional study involved participants of both sexes, aged between 18 and 78 years, treated at a CKD prevention center. Data were collected through questionnaires and anthropometric measurements. The most relevant variables for the classification of fat percentage included gender, age, weight, height, and circumference measurements. **Results:** The study involved a sample of 244 individuals, of which 76.2% (n=186) were female and 23.8% (n=58) were male. The mean score was 46.14 ± 15.19 years, of which 56.6% (n=138) are healthy adults and 43.4% (n=106) have alterations in renal function, and 67% (n=71) are in stage 1 of CKD. The weight, arm and waist circumference variables showed higher mean values in the renal group compared to the group of healthy adults, and the BMI variables showed a significant increase. The performance of the classifier was evaluated based on accuracy, sensitivity and specificity, with the Decision Tree standing out as the most appropriate model. **Conclusion:** The computational model demonstrated high performance in the classification of body fat percentage, using non-invasive variables, thus

contributing to a more effective approach in the evaluation of body composition in adults.

Keywords: machine learning, kidney disease, software.

Diagnóstico de Doença Renal Crônica em uma população do Nordeste do Brasil realizada por Inteligência Artificial com o uso da Árvore de Decisão

RESUMO

Introdução: Este estudo aborda o crescente desafio global da epidemia de sobrepeso e obesidade, que contribui para o desenvolvimento de várias condições de saúde, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes e Doença renal crônica (DRC). O objetivo foi desenvolver um sistema de classificação do percentual de gordura corporal usando indicadores não invasivos em pacientes com e sem DRC. **Métodos:** O estudo, transversal, envolveu participantes de ambos os sexos, com idades entre 18 e 78 anos, atendidos em um centro de prevenção de DRC. Os dados foram coletados por meio de questionários e medidas antropométricas. As variáveis mais relevantes para a classificação do percentual de gordura incluíram gênero, idade, peso, altura e medidas de circunferência. **Resultados:** O estudo envolveu uma amostra de 244 indivíduos, onde 76,2% (n=186) são do sexo feminino e 23,8% (n=58) do sexo masculino. A média obtida foi de $46,14 \pm 15,19$ anos, sendo 56,6% (n=138) são adultos hígidos e 43,4% (n=106) apresentam alteração na função renal sendo 67% (n=71) estando no estágio 1 de DRC. As variáveis peso, CB e CC apresentaram maiores valores de média no grupo renal em relação ao grupo de adultos hígidos, e as variáveis de IMC que houve um aumento significativo. O desempenho do classificador foi avaliado com base na acurácia, sensibilidade e especificidade, com a Árvore de Decisão destacando-se como o modelo mais adequado. **Conclusão:** O modelo computacional desenvolvido demonstrou alto desempenho na classificação do percentual de gordura corporal, utilizando variáveis não invasivas contribuindo assim para uma abordagem mais eficaz na avaliação da composição corporal em adultos.

Palavras-chave: aprendizado de máquinas, doença renal, *software*.

INTRODUCTION

Kidney disease is often a consequence of or is aggravated by a lack of access to primary health care, early diagnosis, and essential medicines.

Approximately 10% of the world's population has Chronic Kidney Disease (CKD), however, due to the various approaches used to assess and diagnose the disease, there is a variation in prevalence between regions, highlighting risk and sociodemographic factors. CKD also generates socioeconomic impacts due to the high cost of treatment and the limitations it imposes on activities of daily living^{1,2}. Treatment of obesity and associated comorbidities place a significant financial burden on the healthcare system³.

The challenge of kidney disease, in most cases, consists of discovery at an early stage, manifesting the first signs only after an advanced progression of kidney injury⁴. However, if trends continue, it will be recorded that 1 billion adults (almost 20% of the world's population) will be obese by 2025⁵.

Excessive body weight promotes the development of several conditions, such as cardiovascular diseases (CVD), diabetes, and CKD³. Obese people have a three times higher risk of developing end-stage renal disease than those with normal body weight⁶.

Obesity increases the risk of developing CKD through several pathways, for example, it contributes to chronic inflammation, oxidative stress, impaired adipokine secretion, and lipotoxicity, which can result in nephron damage³.

The Body Mass Index (BMI) is the index traditionally used to assess obesity, but it has a flaw in the differentiation of lean and fat mass^{7,8}.

According to Choi et al.⁹, advances in scientific and technological productions address the topics of machine learning (ML), deep learning (DL), and artificial intelligence (AI). ML techniques, as decision trees, artificial neural networks, Bayesian learning, among others, are of great value for data analysis in healthcare, especially in health tracking, assisting in the evaluation of the prognosis, health care management, and diagnosis of several chronic diseases – cancer, diabetes, kidney disease, among others¹⁰⁻¹³.

The Brazilian Dialysis Survey points out that, in 2021, Brazil maintained a progressive increase in the number of patients on dialysis, the prevalence rate continued to increase from 684 per million people (pmp) in 2020 to 696 pmp in 2021, with the overall incidence being 224 pmp, ranging from 117 pmp in the North to 272 pmp in the Southeast¹⁴.

MATERIALS AND METHODS

Study Model and Population

This is a cross-sectional study, in which the sample consisted of individuals treated at the Center for the Prevention of Chronic Kidney Diseases, attached to the University Hospital of the Federal University of Maranhão, located in the city of São Luis, Maranhão in the northeast region of Brazil. The present study was conducted in accordance with National Research Ethics Committee (CONEPE) resolution n°. 466/2012. Participation was voluntary, signing the Free and Informed Consent Form (ICF), then an interview was conducted by applying the semi-structured questionnaire by the digital vehicle Google Forms and obtaining the data to be analyzed sociodemographic issues and lifestyle habits, laboratory and body assessment. The confidentiality of the data was guaranteed and the volunteer had the right to withdraw from participating in the study at any time.

Inclusion Criteria were: (1) Age group equal to or older than 18 years; (2) ability to answer individually and verbally the questions of the anamnesis. Exclusion Criteria were: (1) Participants who had physical disability that made anthropometric measurements impossible or compromised; (2) pregnant or lactating women; (3) participants who had cognitive impairment caused by diseases such as Alzheimer's or mental disorders. Control Group: patients with underlying diseases such as diabetes, cardiovascular disease, hypertension, history of urinary tract infection, hypertension and/or kidney disease in the family were not included. The results of patients with significant clinical alterations were guided to the search for a health professional.

Sample Calculation

The study population had 600 patients. The equation proposed by Rea and Parker ¹⁵ was used to calculate the sample size. We also adopt the values of 95% confidence interval, an absolute sampling error of 5.0%, 10% prevalence of CKD in adults and addition of 10% for possible losses or refusals which was previously described in the article of Cheng et al. ¹⁶ when using the following equation:

$$n = (Z\alpha^2 PQN) / (Z\alpha^2 PQN + (N - 1)E^2)$$

Where: n – calculated sample (number of patients); $Z\alpha$ – variable corresponding to the confidence level (1.96); P – prevalence of factors associated with the cause (10%); Q – variable associated with individuals who do not belong to the category of interest ($1 - P = 0.911$); N – size of the reference population (600 patients); E – sampling error (5.0%).

Sociodemographic variables

During the data collection of the sociodemographic variables, decimal age, gender, marital status, pregnancy, color, housing, family income and number of residents in the household were obtained.

Variables Referring to Eating Habits and Lifestyle

The data on the variables of eating habits and lifestyle obtained were the practice of physical activity, smoking, alcoholism, use of medication, presence of cardiovascular risk factors - high blood pressure; diabetes; dyslipidemia; cardiac surgery; polycystic ovary syndrome - and presence of cardiovascular risk factors in family members - high blood pressure; diabetes; dyslipidemia; cardiac surgery; stroke and heart attack.

Anthropometric Indicators

Anthropometric measurements of weight, height, waist, hip, arm, calf, and neck circumference were obtained using standardized techniques ¹⁷. Weight was measured on a calibrated electronic scale (Omron Healthcare®, HBF-214, Japan) with a resolution of 0.1 kg. BMI was obtained as the ratio between weight (kg) and the square of height (m^2). Besides, the diagnosis of nutritional status was based on the cut-off points of the World Health Organization (WHO) ¹⁸ (Table 1).

Body composition analysis

Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) was used to estimate body fat percentage, lean mass, minimum and maximum weight, metabolism rate and water % using a tetrapolar bioimpedance device (Maltron®, BF-906, Cardiomed/Brazil). Also, the Hemodynamic Profile was performed based on the protocol of the VII Brazilian Guidelines on Hypertension ¹⁹ for the measurement and classification of blood pressure (BP), with an indirect method using the auscultatory technique using an aneroid sphygmomanometer.

Construction and validation of the computational model

The method used in the study for the validation of the computational model was supervised machine learning, in which the algorithm is trained from an example of labeled data that will learn the desired function. The label/class is defined as the phenomenon of interest which is intended to generate a prediction ²⁰. That is, the goal of the algorithm is to produce a classifier with the ability to correctly determine the class of new unlabeled examples ²¹. The ML technique has been shown to be effective in situations of diagnosis and classification of diseases ²².

App development

The application (app) was developed for the Android system, due to issues of the high predominance of this system in the mobile device market (86.7% of the world market), allowing it to reach a large portion of the population ²³. The development environment used was Android Studio, provided free of charge by Google. The incremental development method was also used, allowing a quick survey of the requirements of the application and an initial version, so that each stage developed can be evaluated and, if necessary, adjusted efficiently ²⁴. The application was tested for its functionality with the evaluation of the software through usability testing with health professionals and by users of the general population, because the application needs to have a simple and intuitive usability

capable of serving a very diverse audience, with various profiles of education level.

Statistical analysis

For statistical analysis of the collected data, the SPSS software (Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, USA) version 19.0 was used. Descriptive analyses (mean or median and standard deviation) were performed. Data normality was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. Variables with normal distribution were analyzed using the Student's t-test, and with abnormal distribution were analyzed using the Mann-Whitney U test. The results were considered significant if $p < 0.05$.

RESULTS

Sociodemographic profile and anthropometric and hemodynamic characterization

A total of 244 individuals were collected from data collection, of which 76.2% ($n=186$) were female and 23.8% ($n= 58$) were male. The mean age of the sample was 46.14 ± 15.19 years, and marital status was married/common-law (48.4%, $n= 118$). Of the total, 56.6% ($n=138$) are healthy adults and 43.4% ($n=106$) are adults with altered renal function (Tables 2 and 3). Regarding the anthropometric and hemodynamic variables, the characterization of the sample as average $\pm$ standard deviation was also described (Table 4).

Analysis of classifier methods and metrics used in the study

The metrics used to evaluate the models were sensitivity, specificity, and accuracy (Table 5). Sensitivity indicates the ability of the method to correctly classify individuals with high body fat percentage (BF%), while specificity represents the ability of the method to correctly classify individuals with normal GCP, and accuracy is the overall accuracy of the method, i.e., the ability of the classifier assess correctly individuals with high and normal BF%. Another metric

used to evaluate the classification methods was the receiver operating characteristic (ROC curve) analysis, which allows a better comparison of the performance of the methods.

Although the SVM with Linear Kernel has the largest area under the ROC curve (AUC), in the value of 0.89, the method with the highest sensitivity and specificity is the Decision Tree and has AUC= 0.81 (Figure 1), which is close to the AUC value of the SVM with Linear Kernel (Figure 2). Therefore, the Decision Tree method presented the best performance and was used in the development of the mobile application.

From the testing of the Decision Tree model, the variables with the best performance for BF% classification were: gender, age, weight, height, waist circumference (WC), arm circumference (AC), calf circumference (CC), systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP); totaling 9 input variables.

Functioning of the Fat Percentage Classifier Application in Patients with Chronic Kidney Disease

The application was developed for the Android system, using Android Studio, which is a platform for mobile application development provided by Google itself and is free to use. The Java programming language was used and XML was used to build the user interfaces.

The user must inform 9 parameters: gender (male or female), age (years), weight (Kg), height (m), AC (cm), WC (cm), CC (cm), SBP (mmHg) and DBP (mmHg). After filling in all the information, the user just needs to press the FINISH button (Figure 3).

If the user clicks finish, the system automatically calculates whether the BF% of the person whose information belongs is altered or normal, and displays the second screen of the application (Figure 4) that shows the result to the user, informing the classification of the fat percentage (high or normal).

DISCUSSION

Machine learning is a branch of AI in which the computing machine learns automatically and thus prediction improves with training experiences. ML algorithms can be used to make reasonably accurate decisions when relevant data is provided ²⁵. One category of ML is supervised learning that can be used for regression or dataset classification. Stages of CKD can be predicted and classified with reasonable accuracy using ML classification techniques in less time compared to other studies. Thus, it seems quite suitable to be used in constructing a prediction system to diagnose early-stage kidney diseases ²⁶.

This study evaluated the fat percentage of healthy adults with altered renal function. CKD is a global public health problem, responsible for about 850.000 deaths per year. In Brazil, there is a high prevalence, with about 11 to 12 million adults inhabitants living with the disease ^{27,28}.

It also favors the two main causes of alterations in renal function: type 2 diabetic nephropathy and hypertensive glomerulosclerosis, which together represent about 75% of the causes of end-stage CKD ²⁹. Regarding the distribution by sex, there was a predominance of female participants, a fact also observed in other studies published in Brazil ^{30,31,32}.

Regarding the anthropometric variables, it was observed that the mean BMI of the study population was 26.96 kg/m² and the BF% was 36.03%. When BMI was classified, most individuals were in the pre-obesity range. This finding is similar to that found in the study by Gentile et al. ³³, in which most of the patients studied were also overweight or obese.

The prevalence of overweight and obesity worldwide has increased substantially and is an important risk factor for the development and progression of CKD, regardless of the concomitant occurrence of other comorbidities such as hypertension and diabetes ³⁴. The increase in the prevalence of obesity in patients with CKD and the anthropometric indices universally used for its diagnosis in the general population may not have the same performance in these individuals.

Classification performance is assessed by calculating accuracy, sensitivity, specificity, F-measure, and confusion matrix using the corresponding mathematical relationships (Ilyas et al. 2021). The assessment tools provide four outcomes based on the datasets: True Positive (PV), True Negative (VN), False Positive (FP) and False Negative (FN). Such results are fundamental in the

calculation of key metrics, due to accuracy, precision, True Positive Rate (DVT), False Positive Rate (TFP), True Negative Rate (TVN) and False Negative Rate (TFN) ³⁵.

These methods are critical in validating the generalization and robustness of classifiers. The accuracy of these classifiers was then meticulously calculated and compared, providing insight into the efficiency of each model in accurately classifying instances as indicative of CKD or as non-CKD. Careful analysis of each classifier's results facilitated a deep understanding of the feature sets that produced the highest classification accuracy ³⁶.

In all the methods evaluated in this study, the means showed significant differences, however, the method with the highest sensitivity and specificity in this study was the Decision Tree for the development of the mobile application, and other studies according to Ilyas et al. ²⁵, the random tree builds several decision trees and merges them to obtain a stable prediction model.

Several authors point out that the development of new tools and their use by professionals, teachers and students can provide an operational and attractive process that translates social change, based on information and communication technology (ICT) ³⁷.

With the popularization of the internet, ICT's have been reaching users of all social classes and age groups and providing the dissemination of various services in the world. The notion of Mobile Healths (mHealth) can be portrayed as the use of the media for health services. Methods are created to encourage healthy behaviors in various ways, both in the management of self-care and in helping with administrative and financial issues favorable to adherence to treatment of patients with CKD ³⁸.

The incorporation of mobile technologies in health care requires their development and application to be supported by scientific research and rigorous methodologies. This is a broad field to investigate and must be guided and structured with knowledge, ethics, and respect ³⁹.

The use of simple and self-explanatory interfaces provides better adherence and communication of users, as well as the participation of users themselves in the construction of tools, ensuring integration with reality and proximity to the needs experienced ⁴⁰. Besides, AI is a transformative technology with immense potential in healthcare ¹³.

CONCLUSIONS

The classification of body fat percentage through non-invasive and low-cost variables optimizes the screening and diagnosis process. The computational model used in this study showed an excellent performance in the classification of body fat percentage in adults through simple body circumference variables, when compared to the most usual methods, thus presenting itself as a low-cost alternative for the screening of excess weight in healthy adults and kidney patients.

REFERENCES

1. Luyckx VA, Al-Aly Z, Bello AK, Bellorin-Font E, Carlini RG, Fabian J, Garcia-Garcia G, Iyengar A, Sekkarie M, van Biesen W, Ulasz I, Yeates K, Stanifer J. Sustainable Development Goals relevant to kidney health: an update on progress. *Nat Rev Nephrol.* 2021 Jan;17(1):15-32. doi: 10.1038/s41581-020-00363-6. Epub 2020 Nov 13. Erratum in: *Nat Rev Nephrol.* 2021 Oct;17(10):704. doi: 10.1038/s41581-021-00473-9. PMID: 33188362; PMCID: PMC7662029.
2. Gouvêa E de CDP, Szwarzwald CL, Damacena GN, Moura L de. Autorrelato de diagnóstico médico de doença renal crônica: prevalência e características na população adulta brasileira, Pesquisa Nacional de Saúde 2013 e 2019. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2022;31(spe1):e2021385. doi: 10.1590/SS2237-9622202200017.especial. Portuguese.
3. Czaja-Stolc S, Potrykus M, Stankiewicz M, Kaska Ł, Małgorzewicz S. Pro-Inflammatory Profile of Adipokines in Obesity Contributes to Pathogenesis, Nutritional Disorders, and Cardiovascular Risk in Chronic Kidney Disease. *Nutrients.* 2022 Mar 31;14(7):1457. doi: 10.3390/nu14071457. PMID: 35406070; PMCID: PMC9002635.
4. Dallacosta FM, Dallacosta H, Mitrus L. Detecção precoce de doença renal crônica em população de risco. *Cogitare Enferm.* 2017. 22:e48714. Portuguese.

5. Loos RJF, Yeo GSH. The genetics of obesity: from discovery to biology. *Nat Rev Genet.* 2022 Feb;23(2):120-133. doi: 10.1038/s41576-021-00414-z. Epub 2021 Sep 23. PMID: 34556834; PMCID: PMC8459824.

6. Fritz J, Brozek W, Concin H, Nagel G, Kerschbaum J, Lhotta K, Ulmer H, Zitt E. The Triglyceride-Glucose Index and Obesity-Related Risk of End-Stage Kidney Disease in Austrian Adults. *JAMA Netw Open.* 2021 Mar 1;4(3):e212612. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.2612. PMID: 33787913; PMCID: PMC8013829.

7. Weber DR, Leonard MB, Shults J, Zemel BS. A comparison of fat and lean body mass index to BMI for the identification of metabolic syndrome in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014 Sep;99(9):3208-16. doi: 10.1210/jc.2014-1684. Epub 2014 Jun 13. PMID: 24926951; PMCID: PMC4154108.

8. Li H, Wang Q, Ke J, Lin W, Luo Y, Yao J, Zhang W, Zhang L, Duan S, Dong Z, Chen X. Optimal Obesity- and Lipid-Related Indices for Predicting Metabolic Syndrome in Chronic Kidney Disease Patients with and without Type 2 Diabetes Mellitus in China. *Nutrients.* 2022 Mar 23;14(7):1334. doi: 10.3390/nu14071334. PMID: 35405947; PMCID: PMC9002364.

9. Choi RY, Coyner AS, Kalpathy-Cramer J, Chiang MF, Campbell JP. Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning. *Transl Vis Sci Technol.* 2020 Feb 27;9(2):14. doi: 10.1167/tvst.9.2.14. PMID: 32704420; PMCID: PMC7347027.

10. Stanifer JW, Muir A, Jafar TH, Patel UD. Chronic kidney disease in low- and middle-income countries. *Nephrol Dial Transplant.* 2016 Jun;31(6):868-74. doi: 10.1093/ndt/gfv466. Epub 2016 Feb 4. PMID: 27217391; PMCID: PMC4876969.

11. Aldhyani THH, Alshebami AS, Alzahrani MY. Soft Clustering for Enhancing the Diagnosis of Chronic Diseases over Machine Learning Algorithms. *J Healthc Eng.* 2020 Mar 9;2020:4984967. doi: 10.1155/2020/4984967. PMID: 32211144; PMCID: PMC7085388.

12. Bikia V, Papaioannou TG, Pagoulatou S, Rovas G, Oikonomou E, Siasos G, Tousoulis D, Stergiopoulos N. Noninvasive estimation of aortic hemodynamics and cardiac contractility using machine learning. *Sci Rep*. 2020 Sep 14;10(1):15015. doi: 10.1038/s41598-020-72147-8. PMID: 32929108; PMCID: PMC7490416.
13. Mathur P, Srivastava S, Xu X, Mehta JL. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Cardiovascular Disease. *Clin Med Insights Cardiol*. 2020 Sep 9;14:1179546820927404. doi: 10.1177/1179546820927404. PMID: 32952403; PMCID: PMC7485162.
14. Nerbass FB, Lima HDN, Thomé FS, Vieira Neto OM, Lugon JR, Sesso R. Brazilian Dialysis Survey 2020. *J Bras Nefrol*. 2022 Jul-Sep;44(3):349-357. doi: 10.1590/2175-8239-JBN-2021-0198. PMID: 35212702; PMCID: PMC9518621.
15. Rea LM, Parker RA. Metodologia de pesquisa: do planejamento à execução. 1st ed. São Paulo: Editora Pioneira; 2000.
16. Cheng LC, Hu YH, Chiou SH. Applying the Temporal Abstraction Technique to the Prediction of Chronic Kidney Disease Progression. *J Med Syst*. 2017 May;41(5):85. doi: 10.1007/s10916-017-0732-5. Epub 2017 Apr 11. PMID: 28401396.
17. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. 1st ed. Chicago: Human Kinetics Books; 1988.
18. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. *Who Obesity Technical Report Series*. 2000; 284: 256.
19. Malachias MVB, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq. Bras. Cardiol*. 2016. 107:1-5. Portuguese.
20. Lorena AC, de Carvalho ACPLF. Uma Introdução às Support Vector Machines. *RITA [Internet]*. 2007 Dec. 20 [cited 2024 Jun. 21];14(2):43-67. Available from: https://seer.ufrgs.br/index.php/rita/article/view/rita_v14_n2_p43-67. Portuguese.

21. Monard MC, Baranauskas JA. Conceitos sobre aprendizado de máquina. In: Rezende SO, editor. *Sistemas inteligentes-Fundamentos e Aplicações*. 1st ed. Barueri: Editora Manole; 2003. p. 89-114. Portuguese.
22. Santos KN. Utilização de técnicas de aprendizado de máquina para predição de crises epiléticas [Master's dissertation]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brazil; 2016. Portuguese.
23. IDC [Internet]. Smartphone Market Share: OS Data Overview. [cited 2023 Jun 14]. Available from: <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share>.
24. Pressman RS. *Engenharia de software: Uma Abordagem Profissional*. 7th ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda; 2011. Portuguese.
25. Ilyas H, Ali S, Ponum M, Hasan O, Mahmood MT, Iftikhar M, Malik MH. Chronic kidney disease diagnosis using decision tree algorithms. *BMC Nephrol*. 2021 Aug 9;22(1):273. doi: 10.1186/s12882-021-02474-z. PMID: 34372817; PMCID: PMC8351137.
26. Chaurasia V, Pal S, Tiwari BB. Chronic Kidney Disease: A Predictive Model Using Decision Tree. *Int J Eng Res Technol (Ahmedabad)*. 2018. 11(11):1781-1794.
27. Sarmiento LR, Fernandes PFCBC, Pontes MX, Correia DBS, Chaves VCB, Carvalho CFA, Arnaud TL, Santos MHSD, Barreto LCB, Moliterno LAA. Prevalence of clinically validated primary causes of end-stage renal disease (ESRD) in a State Capital in Northeastern Brazil. *J Bras Nefrol*. 2018 Apr-Jun;40(2):130-135. doi: 10.1590/2175-8239-jbn-3781. Epub 2018 May 17. PMID: 29782632; PMCID: PMC6533992.
28. Leal GCR, Rodrigues GS. 2019. Estado nutricional de pacientes portadores de doença renal crônica no pós-transplante renal [dissertation]. Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS), Brazil; 2019. Portuguese.
29. Pereira PM de L, Candido APC. Avaliação da composição corporal e bioquímica de pacientes com doença renal crônica em tratamento não dialítico.

DEMETERA [Internet]. 2022 Jul 30; 17:e63144. doi: 10.12957/demetera.2022.63144. Portuguese.

30. Back IR, Marcon SS, Gaino NM, Vulcano DSB, Dorna MS, Sassaki LY. Body Composition In Patients With Crohn's Disease And Ulcerative Colitis. *Arq Gastroenterol*. 2017 Apr-Jun;54(2):109-114. doi: 10.1590/S0004-2803.201700000-02. Epub 2017 Mar 16. PMID: 28198913.

31. Santos RMD, Carvalho ATP, Silva KDS, Sá SPC, Santos AHD, Sandinha MR. Inflammatory Bowel Disease: Outpatient Treatment Profile. *Arq Gastroenterol*. 2017 Apr-Jun;54(2):96-100. doi: 10.1590/S0004-2803.201700000-01. Epub 2017 Mar 16. PMID: 28198912.

32. Gasparini RG. Incidência e Prevalência de Doenças Inflamatórias Intestinais no Estado de São Paulo – Brasil [PhD dissertation]. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brazil; 2018. Portuguese.

33. Gentile F, Sciarrone P, Zamora E, De Antonio M, Santiago E, Domingo M, Aimò A, Giannoni A, Passino C, Codina P, Bayes-Genis A, Lupon J, Emdin M, Vergaro G. Body mass index and outcomes in ischaemic versus non-ischaemic heart failure across the spectrum of ejection fraction. *Eur J Prev Cardiol*. 2021 Aug 9;28(9):948-955. doi: 10.1177/2047487320927610. Epub 2020 Jun 2. PMID: 34402870.

34. Cirillo P, Sato W, Reungjui S, Heinig M, Gersch M, Sautin Y, Nakagawa T, Johnson RJ. Uric acid, the metabolic syndrome, and renal disease. *J Am Soc Nephrol*. 2006 Dec;17(12 Suppl 3):S165-8. doi: 10.1681/ASN.2006080909. PMID: 17130256.

35. Halder RK, Uddin MN, Uddin MA, Aryal S, Islam MA, Hossain F, Jahan N, Khraisat A, Alazab A. A Grid Search-Based Multilayer Dynamic Ensemble System to Identify DNA N4-Methylcytosine Using Deep Learning Approach. *Genes (Basel)*. 2023 Feb 25;14(3):582. doi: 10.3390/genes14030582. PMID: 36980853; PMCID: PMC10048346.

36. Halder RK, Uddin MN, Uddin MA, Aryal S, Saha S, Hossen R, Ahmed S, Rony MAT, Akter MF. ML-CKDP: Machine learning-based chronic kidney disease

prediction with smart web application. *J Pathol Inform.* 2024 Feb 22;15:100371. doi: 10.1016/j.jpi.2024.100371. PMID: 38510072; PMCID: PMC10950726.

37. Deguirmendjian SC, Miranda FM de, Zem-Mascarenhas SH. Serious Game desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura. *J Health Inform [Internet]*. 2016 Jun 22;8(3):110-116. Portuguese.

38. Rocha TAH, Fachini LA, Thumé E, Silva NC da, Barbosa ACQ, Carmo M do, et al. Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. *Epidemiol Serv Saúde [Internet]*. 2016 Jan; 25(1):159–70. doi:10.5123/S1679-49742016000100016

39. Farias, A, Pereira M, Souto M, Alencar R. Educação em Saúde no Brasil: uma revisão sobre aprendizagem móvel e desafios na promoção de saúde no Brasil. In: *Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015)*; 2015 Oct 26-30; Maceió, Alagoas, Brazil. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. p. 614-623. doi: 10.5753/cbie.wie.2015.614. Portuguese.

40. Schulman-Green D, Jaser SS, Park C, Whittemore R. A metasynthesis of factors affecting self-management of chronic illness. *J Adv Nurs.* 2016 Jul;72(7):1469-89. doi: 10.1111/jan.12902. Epub 2016 Jan 19. PMID: 26781649; PMCID: PMC4891247.

FIGURE LEGENDS

Figure 1. Area under the ROC curve showing the performance of the Decision Tree model.

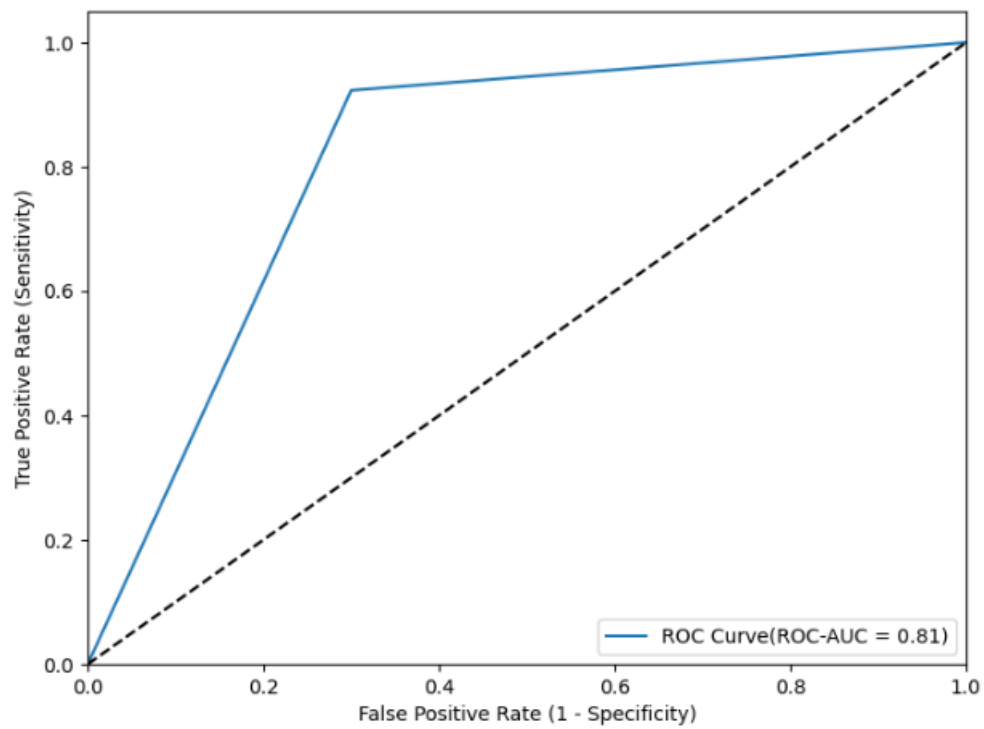


Figure 2. Areas under the ROC curve showing the performance of the other 6 models of AI evaluated. A – KNN; B – Logistic Regression; C – SVM with Linear Kernel; D – SVM with Polynomial Kernel; E – SVM with RBF Kernel; F – SVM with Sigmoid Kernel.

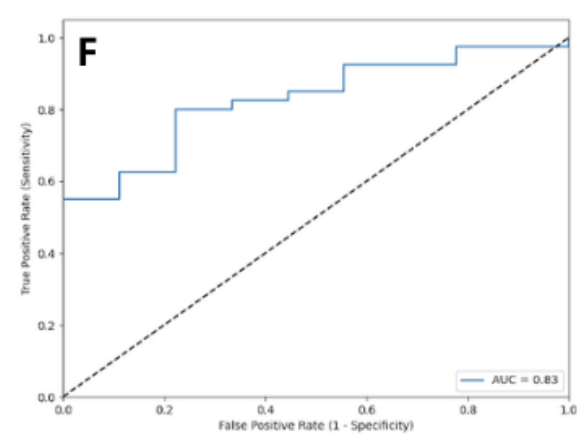
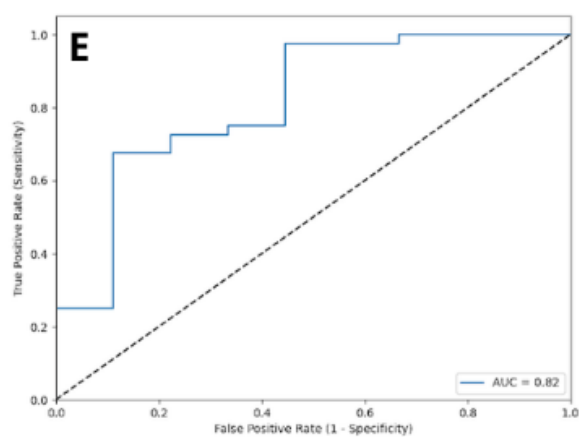
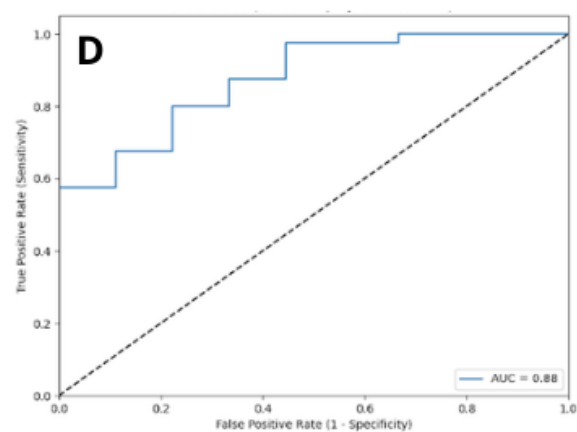
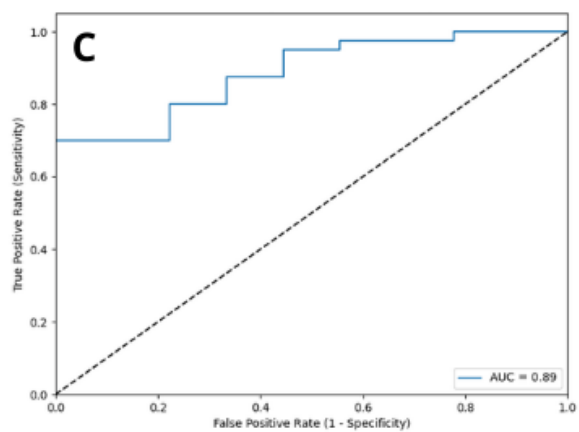
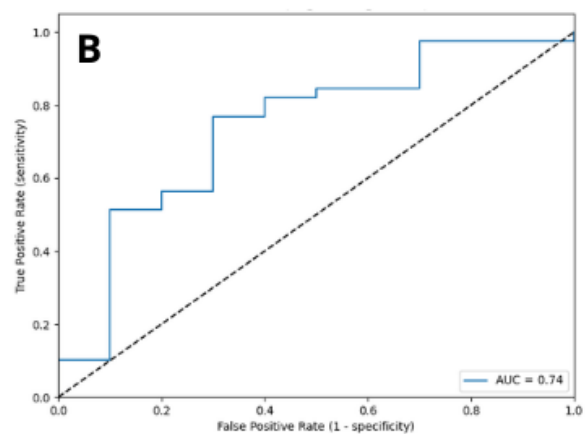
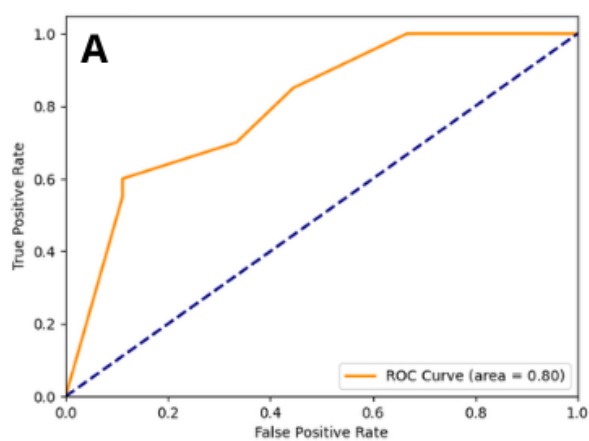


Figure 3. App's initial screen. A – Fields for insertion of the variables used for the analysis made by the application; B – Fields already filled in with the data provided by the user.

Kidney Patients Body Fat Classifier

Gender: Age:

Weight: Height:

Circumference Measurements

Arm Circumference:

Waist Circumference:

Calf Circumference:

Blood pressure

Systolic: Diastolic:

FINALIZE

A

Kidney Patients Body Fat Classifier

Gender: Female Age: 67

Weight: 75 Height: 1.56

Circumference Measurements

Arm Circumference: 35

Waist Circumference: 109

Calf Circumference: 35

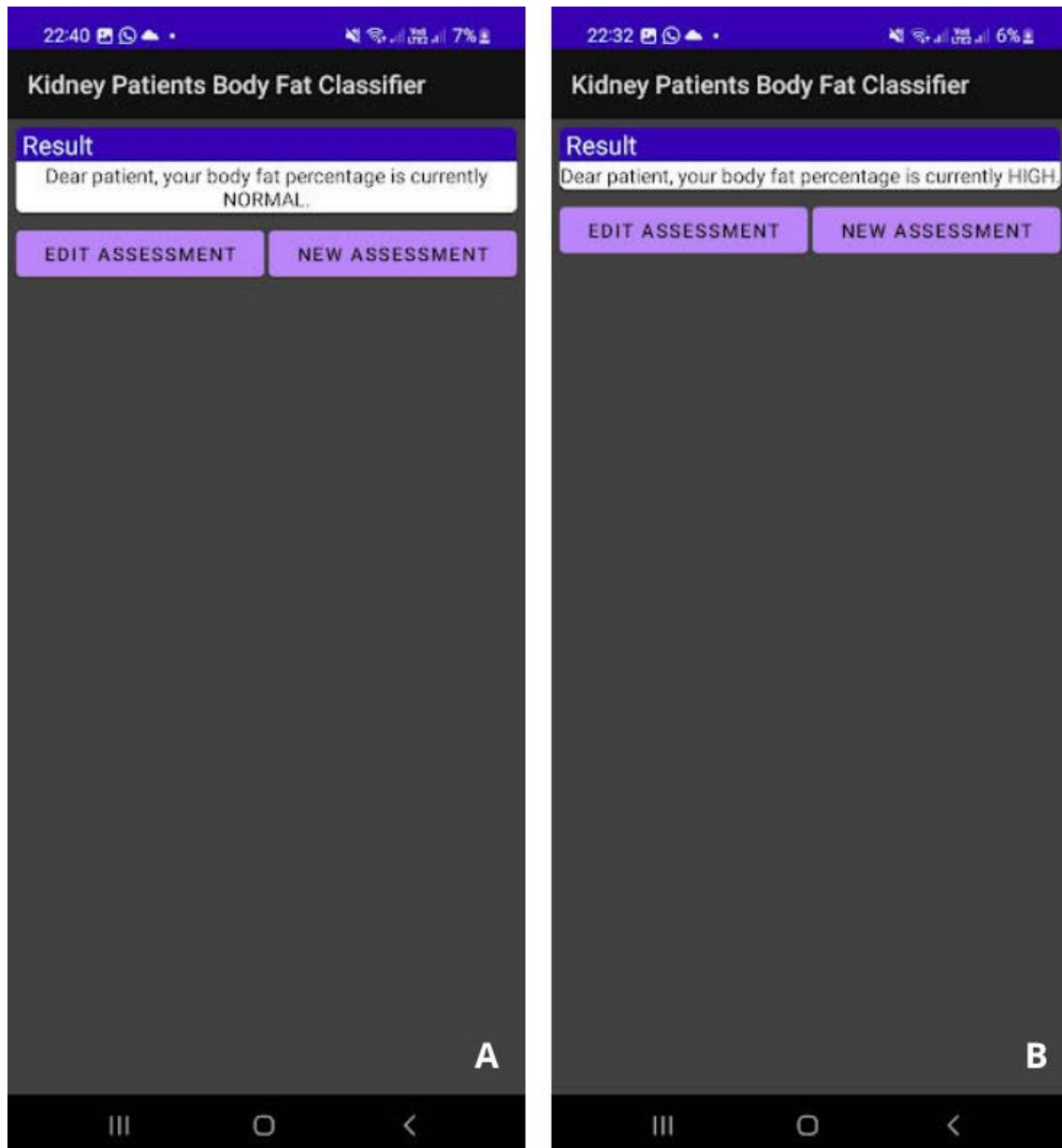
Blood pressure

Systolic: 180 Diastolic: 90

FINALIZE

B

Figure 4. App's second screen (Result's screen). A – Result of analyzing the data of an individual who was considered with normal BF% according to the application; B – App showing the result of a patient who had high BF%.



TABLES

Table 1: Weight classification by BMI according to WHO (2000).

Classification	BMI (kg/m ²)	Risk of Comorbidity
Low weight	< 18,5	Low
Normal weight	18,5 - 24,9	Medium
Overweight	≥ 25	-
Pre-obese	25,0 a 29,9	Increased
Obese I	30,0 a 34,9	Moderate
Obese II	35,0 a 39,9	Serious
Obese III	≥ 40,0	Very serious

Table 2. Distribution of patients with or without CKD according to age and gender. SD = standard deviation; Min = minimum; Max = maximum; CKD = Chronic Kidney Disease; BF% = body fat percentage.

Description	Mean Age ± SD (Min - Max) years	Description	Mean Age ± SD (Min - Max) years	
Total Patients	46 ± 15,19 (18 – 78)	With CKD	40 ± 14,26 (18 – 78) years	
		Without CKD	54 ± 12,50 (20 – 77)	
Description	Gender	Number of Patients	Description	
Gender	Female	186	Without CKD	117
			With CKD	69
	Male	58	Without CKD	21
			With CKD	37

Table 3. Distribution of patients with or without CKD according to stage of the disease. CKD = Chronic Kidney Disease; BF% = body fat percentage.

Description	Number of Patients	CKD Stage	Number of Patients	BF%
Patients without CKD	138	0	138	100
Patients with CKD	106	1	71	67
		2	11	10,4
		3	10	9,4
		4	10	9,4
		5	4	3,8

Table 4. Anthropometric and hemodynamic characterization of healthy adults with altered renal function in São Luís, MA (n = 244). SD = standard deviation; kg = kilogram; cm = centimeter; BMI = Body Mass Index; kg/m² = kilogram per square meter; WC = waist circumference; AC = arm circumference; CC = calf circumference; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; mmHg = millimeters of Mercury; BF% = body fat percentage.

Variable	Average	SD
Weight (kg)	67,06	15,19
Height (cm)	157	13,31
BMI (kg/m ²)	26,96	0,08
WC (cm)	85,93	4,68
AC (cm)	30,11	12,94
CC (cm)	35,59	4,04
SBP (mmHg)	124,35	3,53
DBP (mmHg)	78,27	23,77
BF%	36,03	11,95

Table 5. Results of the Classifiers Used in the Study. KNN = K-Nearest Neighbor; SVM = Support Vector Machine; RBF = Radial Basis Function.

Method	Sensibility	Specificity	Accuracy
Decision Tree	0,92	0,7	0,88

KNN (k = 7)	0,93	0,44	0,84
Logistic Regression	0,92	0,3	0,8
Linear SVM	0,85	0,67	0,82
Polinomial SVM	0,97	0,44	0,88
RBF SVM	0,97	0,56	0,9
Sigmoid SVM	0,95	0,22	0,82

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO BIOLÓGICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do Estudo: Predição da Doença Renal Crônica Utilizando Redes Neurais Artificiais.

Prezado (a) sr (a).

Você está sendo convidado (a) para participar de um estudo que está sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, sob coordenação do professor Allan Kardec Barros, o qual tem por objetivo desenvolver um software capaz de prever os estágios da doença renal crônica tendo como base os fatores de risco envolvidos na progressão da doença.

Para isso serão feitas as medidas de peso, altura, circunferência do quadril, braço, panturrilha, cintura e pescoço, pregas cutâneas, exame de bioimpedância elétrica, densitometria por emissão de raios x de dupla energia, aplicação de questionário e coleta de sangue para determinação de exames laboratoriais marcadores da função renal (creatinina, ureia e albumina). ***Todos os resultados serão informados aos participantes (se assim o desejarem).*** O perfil hemodinâmico (aferição da pressão arterial, HOLTER 24 horas e MAPA 24 horas), perfil bioquímico (hemograma, ferro sérico, ferritina, capacidade de ligação de ferro à transferrina, creatinina sérica, ureia sérica, cistatina C, ácido úrico, taxa de filtração glomerular, depuração de creatinina, filtração glomerular estimada, potássio, cálcio, vitamina D, paratormônio, fosfatase alcalina, osteocalcina, proteína C reativa, sumário de urina, albumina, colesterol total e

suas frações, glicemia de jejum, teste de tolerância à glicose, hemoglobina glicada, insulina, *homeostatic model assessment*- HOMA, TSH, FSH, LH, estradiol e progesterona) e eletrocardiográfico (ECG) serão obtidos através dos dados contidos nos prontuários, caso tais informações estejam omitidas no prontuário serão coletadas novamente pela equipe de pesquisadores, se o participante assim desejar.

Para realização da coleta de sangue necessita-se um jejum máximo de 12 horas, ou seja, o participante terá que ficar sem se alimentar durante 12 horas. Por exemplo: se meu exame será feito às 08:00 da manhã, tenho que parar de me alimentar às 20:00 h do dia anterior ao exame. ***O participante pode beber água de maneira normal e rotineira.*** A coleta de sangue para análise dos parâmetros bioquímicos será realizada por pesquisadores treinados, com material estéril e descartável. Após a coleta de sangue pede-se que o participante pressionar o local da coleta por no mínimo 3 minutos, evite flexionar (dobrar) o braço, não massageie o local da coleta e não carregue peso no braço que foi feita a punção sanguínea (como carregar a bolsa no braço em que foi coletado sangue). A punção sanguínea pode causar um leve desconforto (como uma picada de inseto, p. ex.: formiga) e muito raramente o aparecimento de hematomas (local ficar roxo) que desaparecem em até 48 horas. Caso ocorra hematoma orienta-se ao paciente: colocar compressas de gelo por 15 min. a cada hora nas primeiras seis horas. Se necessário pode-se prolongar este tempo por mais 2 ou 3 horas. Em seguida podem ser colocadas compressas mornas para ajudar a eliminar o hematoma mais rapidamente. A formação de hematoma (braço roxo) não causa alterações no estado de saúde do participante (não leva a qualquer tipo de doença).

Em caso de dúvidas, você poderá entrar em contato com a equipe de pesquisadores pelo telefone (98) 3272-8273, durante o horário comercial: 08-12h e 14-18 h. Ou em caso de emergência pelo telefone: (98) 99151-1526. Você poderá entrar em contato também com Comitê de Ética em Pesquisa – CEP do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão para tirar dúvidas a respeito de questões éticas. Os Comitês de Ética em Pesquisa são colegiados interdisciplinares e independentes, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para garantir a proteção dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento

da pesquisa dentro de padrões éticos. O CEP do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão está localizado na Rua Barão de Itapary, 227, quarto andar do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, Centro, São Luís-MA. CEP- 65.020-070. Telefone (98) 2109 1250.

Sua participação neste estudo é muito importante, pois irá contribuir para a detecção precoce da doença renal crônica ajudando assim a melhorar a qualidade de vida de diversos pacientes com esta patologia, bem como seus familiares.

Consentimento em participar: A sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, é você que escolhe se quer ou não participar, podendo desistir a qualquer momento, sem precisar se justificar (explicar). Em caso de desistência não haverá qualquer punição ou alteração em seu tratamento (caso o participante seja paciente do setor de hemodiálise e diálise peritoneal, e do Centro de Prevenção a Doença Renal do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, bem como do Centro de Nefrologia do Maranhão - CENEFRON). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. Não haverá custo financeiro ao participante para realização destes exames, bem como nada será pago por sua participação.

Antes que você decida, releia, pois é importante que você entenda exatamente qual será a sua participação no estudo e o motivo pelo qual ele será desenvolvido. Se você decidir participar, você deverá assinar nos locais adequados deste documento e rubricar todas as páginas, isso irá representar o seu “Livre Consentimento em Participar deste Estudo”. O pesquisador responsável ou membros da equipe de pesquisa também irão assinar o TCLE e rubricar todas as páginas. Este termo é elaborado em duas vias: uma via ficará em posse do pesquisador responsável e a outra via retida com o participante.

Consentimento em participar:

Eu, _____

li e entendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Entendi que a minha

participação neste estudo é totalmente voluntária (por vontade própria) e que posso, a qualquer momento, recusar a participar. Tive tempo suficiente para ler e pensar a respeito da nossa participação no presente estudo. Tive também a oportunidade de esclarecer nossas dúvidas com a Prof. Allan Kardec Barros ou sua equipe. Entendi, ainda, que todos os resultados deste estudo serão utilizados para fins científicos, ***sendo garantido o sigilo de todas as informações repassadas pelo participante e os dados não serão divulgados com qualquer informação que possa identificar o participante.*** A minha assinatura abaixo significa que recebi uma via deste termo de consentimento.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____, fui esclarecido (a) sobre a pesquisa Predição da Doença Renal Crônica Utilizando Redes Neurais Artificiais e concordo que os dados fornecidos sejam utilizados na realização da mesma.

São Luís, ____ de _____ 202__.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
 FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei n.º 5.152 de 21/10/1969
 São Luís - Maranhão
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologias
 Departamento de Engenharia Elétrica
 Laboratório de Processamento da Informação Biológica



PROTOCOLO – ANAMNESE CLÍNICA

Data da Admissão: ____/____/____ Data da Intervenção: ____/____/____

DADOS PESSOAIS

Nome: _____ Sexo: () Masc () Fem
 Cor: () Branca () Parda () Negra () Outras (indígena, amarela...) Idade: _____ Procedência: _____
 Data de nascimento: ____/____/____ Naturalidade: _____ Cidade que reside: _____
 Bairro: _____ Moradia: () Zona Rural () Zona Urbana Telefone: _____
 WhatsApp: _____ Gravidez: () Sim () Não N° de pessoas na residência: _____ Renda
 (salário mínimo): () < 1 () 1 a 2 () 2 a 3 () > 3 Aposentado: () sim () não
 Profissão: _____ Grau de Instrução: _____
 Estado Civil: _____ N° do prontuário: _____

QUEIXA PRINCIPAL (QP)

Motivo da procura ao centro de atendimento (nas palavras do paciente) _____

O que você sabe sobre a doença? _____

HISTÓRIA DA DOENÇA ATUAL (HDA)

Todo histórico da QP

HISTÓRIA PATOLÓGICA PREGRESSA (HPP)

É portador de diabetes? () Não () Sim () Não sabe

Consegue controlar o diabetes com alimentação? () Não () Sim

Outras patologias: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
 FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei n.º 5.152 de 21/01/1969
 São Luís – Maranhão
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologias
 Departamento de Engenharia Elétrica
 Laboratório de Processamento da Informação Biológica



Procedimentos cirúrgicos: _____

Internações: _____

Reações alérgicas a medicações/ produtos/ alimento? () Não () Sim () Não sabe. Se sim, Qual? _____

Sinais e sintomas presentes: _____

Qual é sua frequência de evacuações? _____

Consistência das fezes: () Ressecadas (endurecidas) () Pastosas () Semi-pastosas () Líquidas () Líquidas com restos alimentares. **Presença de raia de sangue:** () Não () Sim **Fezes gordurosas:** () Não () Sim

Uso de laxantes? () Não () Sim, Qual a frequência do uso? _____. **Em quais situações faz uso?** _____

Frequência da diurese? _____

Qual a quantidade em 24h? _____

Qual a coloração? () Amarelo palha () Amarelo citrino () Amarelo âmbar () Outra. **Ardência para urinar (disúria)?** () Não () Sim. Se sim: () Ao início da urina () Ao final da urina

HISTÓRIA FAMILIAR (HF) – Doença

ESTILO DE VIDA

Realiza exercícios físicos: () Não () Sim. Qual? _____. **Qnts vezes na semana?** _____

Duração em Minutos: _____ **Orientado por profissional?** () Não () Sim. Qual? _____

Tabagismo: () Não () Sim. **Quantos cigarros por dia?** _____

Etilismo: () Não () Sim. **Tipo de bebida:** _____ **Número de copos:** _____ **Qnts vezes na semana:** _____

Você possui outro vício? () Não () Sim. Qual? _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
 FUNDAÇÃO instituída nos termos da Lei n.º 5.152 de 21/10/1969
 São Luís - Maranhão
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologias
 Departamento de Engenharia Elétrica
 Laboratório de Processamento da Informação Biológica



Quantos copos (americano) de líquidos você costuma tomar por dia? () < 4

() De 4 a 8 () > 8. Quais tipos de líquidos? _____

EXAME FÍSICO/CLÍNICO

Edema:

Mem. Sup.: () Não () Sim, () Bilateral () MSD () MSE () + () ++ () +++

Perfusão periférica: () Boa () Reduzida. Obs: _____

Mem. Inf.: () Não () Sim, () Bilateral () MID () MIE () + () ++ () +++

Perfusão periférica: () Boa () Reduzida. Obs: _____

HIPÓTESE DIAGNÓSTICA (HD) – Definida pelo médico

EXAMES BIOQUÍMICOS (Perfil lipídico completo, ureia, creatinina, insulina, glicemia e hemoglobina glicada se houver, validade do exame 3 meses)

ANAMNESE ALIMENTAR

Total de refeições diárias: _____ **Local da maioria das refeições:** _____

Alimentos mais consumidos: _____

Alimentos menos consumidos: _____

Uso de edulcorantes: _____

Consumo de embutidos: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei n.º 5.152 de 21/10/1969
 São Luís - Maranhão
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologias
 Departamento de Engenharia Elétrica
 Laboratório de Processamento da Informação Biológica



PARÂMETRO	Medida 1	Medida 2	Média
Peso hab.			
Peso atual			
Peso Seco			
Peso Ideal			
Estatura			
IMC			
CB			
CC			
CQ			
PCT			
PCB			
PCSI			
PCSE			
BIA			
C Pescoço			
C panturrilha			
PAS			
PAD			
Pulso			

Além do paciente, algum familiar foi orientado? _____

Informações Adicionais: _____

Responsável pela coleta: _____