

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

ELIZABETH BARBOSA GALVÃO

**AVALIAÇÃO DIFUSA DO ESTADO NUTRICIONAL DE IDOSOS
UTILIZANDO MEDIDAS E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

São José dos Campos, dezembro/2020

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

ELIZABETH BARBOSA GALVÃO

**AVALIAÇÃO DIFUSA DO ESTADO NUTRICIONAL DE IDOSOS
UTILIZANDO MEDIDAS E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. José Ernesto de Araújo Filho

São José dos Campos, dezembro/2020

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

ELIZABETH BARBOSA GALVÃO

AVALIAÇÃO DIFUSA DO ESTADO NUTRICIONAL DE IDOSOS UTILIZANDO MEDIDAS E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Ernesto De Araujo Filho

Orientador

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Luiz Antônio Tozi (Externo)

Faculdade de Tecnologia

Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo-Osório (Interno)

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Renato Amaro Zângaro (Coordenação)

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida (Suplente Externo)

Universidade Federal do Oeste do Pará

Profa. Dra. Adriana Barrinha Fernandes Moretti (Suplente Interno)

Universidade Anhembi Morumbi

São José dos Campos, dezembro/2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da Universidade, do autor e do orientador.

ELIZABETH BARBOSA GALVÃO

Graduada em Nutrição pela instituição Centro Universitário de Belo Horizonte Uni-BH, pós-graduada *lato sensu* em Obesidade e emagrecimento pela instituição Universidade Veiga de Almeida. Tenho experiência em nutrição clínica com avaliação nutricional de idosos

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca UAM
com dados fornecidos pelo(a) Autor(a)

G182a Galvão, Elizabeth Barbosa
Avaliação Difusa do Estado Nutricional de Idosos utilizando
Medidas e Indicadores Antropométricos / Elizabeth Barbosa Galvão. –
2020.
123f. : il.; 30 cm.

Orientador: José Ernesto De Araujo Filho.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) –
Universidade Anhembi Morumbi, São José dos Campos, 2020.
Bibliografia: f. 103

1. Estado nutricional. 2. Antropometria. 3. Indicadores
antropométricos. 4. Idoso. 5. Envelhecimento. 6. Sistema difuso.
7. Lógica difusa (*fuzzy logic*).

CDD 610.28

Lidiane da Silva – CRB 8/9093

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A Deus por toda força, perseverança e fé nos momentos mais difíceis e de desânimo.

A minha Mãe por toda a ajuda, incentivo e orgulho dessa conquista.

Ao meu Pai pelo ensinamento de sempre ver o lado bom da vida mesmo nos momentos mais difíceis.

As amigas, Carla, Heloisa, Lidiane, Luciana, Roberta e minha amiga-cunhada Rafaela pelos momentos de desabafo, desespero, desânimo... e pelo incentivo e força constantes que me mantiveram firme na luta. A amiga e personal training, de longa data, Adelina que durante nossas aulas de ginástica aguentava meu estresse, obrigada pela paciência e compreensão.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Ernesto De Araujo Filho pela ajuda, persistência e por me ensinar o que é o caos!!! Fazendo com que me revirasse ao avesso para me reencontrar.

A Universidade Anhembi Morumbi, na pessoa do Coordenador Prof. Dr. Renato Amaro Zângaro, que me concedeu a oportunidade de cursar o mestrado nesta instituição renomada.

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

Aos Professores da Universidade Anhembi Morumbi por todo conhecimento compartilhado.

A secretária do Programa de pós-graduação, Nídia, por sua atenção e zelo ao atender minhas dúvidas e necessidades.

Aos colegas e amigos que fiz durante o mestrado, especialmente a Vanessa Ribeiro, com quem compartilhei angústias, dúvidas e vitórias.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Isaac Newton)

Resumo

A avaliação do estado nutricional em idosos é um dos maiores desafios na prática clínica uma vez que os fatores que contribuem para a análise são difíceis de estabelecer devido às mudanças introduzidas pelo processo de envelhecimento. **Objetivo:** Propor um sistema baseado na lógica difusa (*fuzzy logic*) para avaliação do estado nutricional no idoso empregando fatores antropométricos para esse grupo etário. **Método:** Ensaio observacional e estudo analítico e transversal avaliando idosos, voluntários, com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, em plena condição intelectual e psíquica, e que residam na zona urbana. Seleção das variáveis antropométricas para compor as variáveis de avaliação e diagnóstico empregando critérios quantitativos baseados em coeficientes de correlação e intervalo de confiança (95%). A abordagem proposta emprega o sistema difuso de inferência do tipo Mamdani para representar a incerteza e imprecisão quanto ao tipo de variáveis de diagnóstico. Na validação do sistema difuso de avaliação do estado nutricional do idoso (Fuzzy Elderly Nutritional Assessment - FENA) proposto são realizadas análises estatísticas assim como pelo uso do coeficiente de Kappa para análise de concordância com o índice de massa corpórea (IMC). O sistema difuso SE-ENTÃO resultante é comparado com os critérios de IMC e outras classificações adotados na prática clínica para avaliação nutricional de idosos. **Resultados:** A coleta de dados compreende 80 voluntários, 40 do sexo masculino e 40 do sexo feminino, sendo distribuídas em todas as faixas de 60-70 anos, 70-80 anos, e maior que 80 anos. As variáveis antropométricas contínuas masculina e feminina são caracterizadas por serem estatisticamente homogêneas. A correlação dos dados experimentais, assim como critérios de prática clínica, seleciona as medidas antropométricas de circunferência do braço (CMB) e índice de massa corporal (IMC), $r \approx 0,7$, como variáveis linguísticas que compõem o espaço da premissa diagnóstica mapeada no desfecho denominado estado nutricional de idosos. Em contraste, as medidas de peso e altura ao quadrado (A^2) que compõem o espaço bidimensional de avaliação do IMC mais usado na prática clínica apresentam coeficiente de correlação, $r = 0,2$, mostrando baixa capacidade estimativa de avaliação. O coeficiente de concordância Kappa entre o sistema difuso e o IMC é de 100% ao se analisar a condição de obesidade e não obesidade. O modelo resultante compreende uma abordagem multivariada que permite representar as incertezas, imprecisões,

subjetividade e a diferença de interpretação dos profissionais de saúde, ao se empregar a lógica difusa e teoria de conjuntos difuso. Esta abordagem também é capaz de absorver os diferentes estadiamentos proporcionados pelos distintos pontos de corte utilizados nas classificações disponíveis na prática clínica. **Conclusão:** A abordagem proposta é capaz de captar a variabilidade interobservador das medidas concernentes à dependência e ao ponto de vista dos profissionais de saúde, empregando o raciocínio de inferência *fuzzy* (aproximada). Tal avaliação difusa nutricional CMB-IMC em idosos pode ser uma alternativa para auxiliar os profissionais de saúde no monitoramento e previsão do estado nutricional. Assim, o sistema difuso de avaliação antropométrica baseado em IMC e CMB em idosos permite prevenir a desnutrição ou obesidade não desejada, bem como determinar políticas estratégicas para promover ou melhorar o estado nutricional adequado e a saúde dos idosos.

Palavras-chave: estado nutricional, antropometria, indicadores antropométricos, idoso, envelhecimento, sistema difuso, lógica *difusa*

ABSTRACT

The assessment of nutritional status in the elderly is one of the greatest challenges in clinical practice since the factors that contribute to the analysis are difficult to establish due to the changes introduced by the aging process. **Objective:** To propose a system based on fuzzy logic for assessing nutritional status in the elderly by employing anthropometric factors for this aging group. **Method:** Observational trial and analytical and cross-sectional study evaluating elderly, volunteers, aged 60 years or over, of both sexes, in full intellectual and psychological condition, and residing in the urban area. Selection of anthropometric variables to compose the assessment and diagnosis variables using quantitative criteria based on correlation coefficients and confidence intervals (95%). The proposed approach employs Mamdani fuzzy inference system to represent uncertainty and imprecision regarding the type of diagnostic variables. In the validation of the proposed fuzzy system for assessing the nutritional status of the elderly (Fuzzy Elderly Nutritional Assessment - FENA), statistical analyzes are performed, as well as the use of the Kappa coefficient to analyze concordance with the body mass index (BMI). The resulting fuzzy IF-THEN system is compared with the BMI criteria and other classifications adopted in clinical practice for nutritional assessment of the elderly. **Results:** The data collection comprises 80 volunteers, 40 males and 40 females, being distributed in all age groups from 60-70 years, 70-80 years, and older than 80 years. The continuous male and female anthropometric variables are characterized by being statistically homogeneous. The correlation of experimental data, as well as clinical practice criteria, select anthropometric measurements of arm circumference (BMC) and body mass index (BMI), $r \approx 0.7$, as linguistic variables that compose the diagnostic premise space mapped in the outcome assigned nutritional status of the elderly. In contrast, the measures of weight and height squared (H^2) that make up the two-dimensional BMI assessment space most used in clinical practice have a correlation coefficient, $r = 0.2$, showing low estimated assessment capacity. The Kappa coefficient of agreement between the fuzzy system and the BMI is 100% when analyzing the condition of obesity and non-obesity. The resulting model comprises a multivariate approach that allows the representation of uncertainty, imprecision, subjectivity, and the difference in interpretation of health professionals, by using fuzzy logic and fuzzy set

theory. This approach is also able to absorb the different stages provided by the different cutoff points used in the classifications available in clinical practice. **Conclusion:** The proposed approach serves to capture the interobserver variability of measures related to the dependence and the point of view of health professionals, using the fuzzy (approximate) reasoning. Such fuzzy nutritional assessment MAC-BMI in the elderly can be an alternative to assist health professionals in monitoring and forecasting nutritional status. Thus, the fuzzy system of anthropometric assessment based on BMI and CMB in the elderly allows preventing malnutrition and non-desired obesity, as well as determining strategic policies to promote or improve the adequate nutritional status and health of the elderly.

Keywords: Nutritional Status, Anthropometry, Anthropometric Factor / Determinants, Elderly, Aging, Fuzzy System, Fuzzy Logic

Sumário

1	Introdução	16
1.1	Justificativa	17
1.2	Abrangência	20
1.3	Estrutura do Trabalho	20
2	Objetivo	22
2.1	Objetivo Geral	22
2.2	Objetivos Específicos	22
3	Fundamentação Teórica	23
3.1	Envelhecimento	23
3.1.1	Envelhecimento da População	23
3.1.2	Fisiologia do Envelhecimento	27
3.2	Avaliação do Estado Nutricional	31
3.2.1	Avaliação da Composição Corporal - Antropometria	34
3.3	Lógica Difusa na Avaliação Nutricional	45
3.3.1	Conjuntos Difusos	45
3.3.2	Lógica Difusa	47
3.3.3	Lógica Difusa Aplicada à Avaliação Nutricional	48
4	Métodos	50
4.1	Dados	50
4.1.1	População e Amostra	50
4.1.2	Critério de Exclusão	51
4.1.3	Riscos	51
4.2	Delineamento da Pesquisa	52
4.3	Ética	52

4.4	Equipamento	52
4.5	Protocolo	53
4.6	Análise de Dados	56
4.7	Projeto do Sistema de Inferência Difuso.....	57
4.7.1	Modelo Difuso Mamdani.....	57
4.7.2	Conjuntos Difusos de Entrada e Saída.....	58
5	Resultados e Discussão	59
5.1	Análise Estatística dos Dados Coletados	59
5.2	Análise do Sistema Difuso Resultante.....	77
5.3	Análise Estatística da Saída do Sistema Proposto	88
5.4	Análise do grau de concordância (coeficiente de Kappa) entre a avaliação obtida com o sistema difuso proposto e o critério de avaliação IMC (considerado padrão)	93
5.5	Análise Comparativa Experimental do Estado Nutricional do Idoso com Critérios da Clínica Prática	94
6	Trabalhos Futuros.....	100
7	Conclusão	101
8	Referência Bibliográfica.....	103
	Anexos.....	119
	Anexo A	120

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Características e Componentes do Estado Nutricional.	16
Figura 2 - Envelhecimento da população brasileira.	24
Figura 3 - Limitação do uso de IMC, por não levar em consideração composição corporal	40
Figura 4 - Risco de morbimortalidade, de acordo com o IMC, em adultos.	41
Figura 5- Gráfico QQ para Idade: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina.	61
Figura 6 - Gráfico QQ para Peso: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina.....	62
Figura 7 - Gráfico QQ para Altura: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina	62
Figura 8 - Gráfico QQ para Circunferência Média Braço: Distribuição não Normal: População Masculina e Feminina	62
Figura 9 - Gráfico QQ para Circunferência da Coxa: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina.....	63
Figura 10 - Gráfico QQ para Circunferência Panturrilha: Distribuição não Normal: População Masculina e Feminina	63
Figura 11 - Gráfico QQ para IMC: Distribuição “quase” Normal.....	63
Figura 12 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres: Não existe diferença de idade entre homens e mulheres (p -valor = 0,752)	64
Figura 13 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres (Cont ...)	65
Figura 14 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres (Continuação).....	66
Figura 15 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Correlação Amostra Masculina	70
Figura 16 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Correlação Amostra Feminina	70
Figura 17 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Total da Amostra Coletada	71
Figura 18 - Distribuição, Análise de Tendência, Coeficiente de Correlação de Pearson, e Regressão Linear para as Variáveis que compõem o Sistema difuso Projetado.....	76
Figura 19 - Sistema difuso para avaliação de estado nutricional em idosos empregando as variáveis diagnósticas de IMC e circunferência média do braço (CMB)	77
Figura 20 - Variável Linguística de diagnóstico de Saída e Termos Linguísticos	79
Figura 21 - Superfície Difusa de Avaliação do Estado Nutricional do Idoso resultante empregando as variáveis de diagnóstico Índice de Massa Corpórea (IMC) e Circunferência Média do Braço (CMB)	83
Figura 22 - Exemplo de sobreposição considerando um Voluntário (V1) cujo valor de pertinência, μ^{V1} , de um conjunto difuso tem um valor maior que outro conjunto difuso, μ^{V1} Desnutrido –Moderado $>$ μ^{V1} Desnutrido –Leve	87
Figura 23 - Análise pelo Gráfico de Dispersão por sexo.....	92
Figura 24 - Gráfico QQ para IMC: Distribuição “quase” Normal.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos de Avaliação Nutricional	34
Tabela 2 - Classificação nutricional segundo valores de IMC recomendados pela OMS para Idosos	41
Tabela 3 - Diferentes pontos de corte propostos para classificação do IMC em Idosos	43
Tabela 4 - Teste de Chi e Shapiro-Will de Normalidade com os Dados Coletados	60
Tabela 5 – Correspondente <i>p-valor</i> para Teste de Chi e Shapiro-Will de Normalidade na Tabela 5.....	60
Tabela 6 - Dados da Amostra Idade segundo o Sexo Masculino (N = 40), Feminino (N = 40)	64
Tabela 7 - Dados da Amostra segundo o Sexo Masculino (N = 40).....	69
Tabela 8 - Coeficiente de Pearson e seleção de variáveis (sexo masculino, feminino e população total amostrada).....	72
Tabela 9 - Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Spearman entre IMC e CMB..	73
Tabela 10 - Modelo de Regressão Linear Simples.....	75
Tabela 11 - Modelo de Regressão Linear Simples Variáveis Seleccionadas	76
Tabela 12 - Saída do Sistema Difuso CMB-IMC Proposto para População Amostral Masculina	89
Tabela 13 - Saída do Sistema Difuso CMB-IMC Proposto para População Amostral Feminina ..	90
Tabela 14 - Dados de IMC, CMB, e Sistema Difuso CMB-IMC segundo o sexo.....	91
Tabela 15 - Porcentagem de indivíduos obesos pelos critérios IMC e Sistema Difuso CMB-IMC (ambos os sexos).	94
Tabela 16 - Porcentagem de indivíduos obesos pelos critérios IMC e Sistema Difuso CMB-IMC (análise por sexo).	94
Tabela 17 - Resultados da Avaliação Nutricional Comparativa de Idosos pelo Sistema Difuso com IMC adulto e Critério de Lipschitz	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Composição Corporal
CDC	Center of Disease Control and Prevention
CMB	Circunferência média do Braço
CCx	Circunferência da coxa
CP	Circunferência da panturrilha
DEXA/DXA	Absorimetria de Raios X de Dupla Energia
EN	Estado Nutricional
GC	Gordura Corporal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
MM	Massa Muscular
NHANES III	National Health and Nutrition Examination Survey III
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
PNSN	Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição
SISVAN	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional

1 Introdução

A avaliação do estado nutricional (EN) em idosos é um dos maiores desafios na prática clínica. Segundo a Associação Americana de Saúde Pública, o estado nutricional refere-se à condição de saúde de um indivíduo determinada pelo consumo e utilização de nutrientes e identificada pelas condições físicas, bioquímicas, clínicas e dietéticas ⁽¹⁾. Adicionalmente, as desordens nutricionais são mais prevalentes entre idosos e relacionam-se com alto risco de morbimortalidade ⁽²⁾. Assim, a avaliação do estado nutricional tem como objetivo identificar os pacientes em risco de desenvolverem complicações, sendo de grande importância para a qualidade de vida dos idosos, pois permite estabelecer estratégias de intervenção que previnam ou mesmo melhorem suas condições de nutrição e saúde ⁽³⁾. Neste sentido, o estado nutricional expressa o grau pelo qual as necessidades fisiológicas e o equilíbrio entre ingestão e necessidades de nutrientes são atendidos, sendo influenciado por diversos fatores conforme mostrado na Figura 1 ⁽⁴⁾.

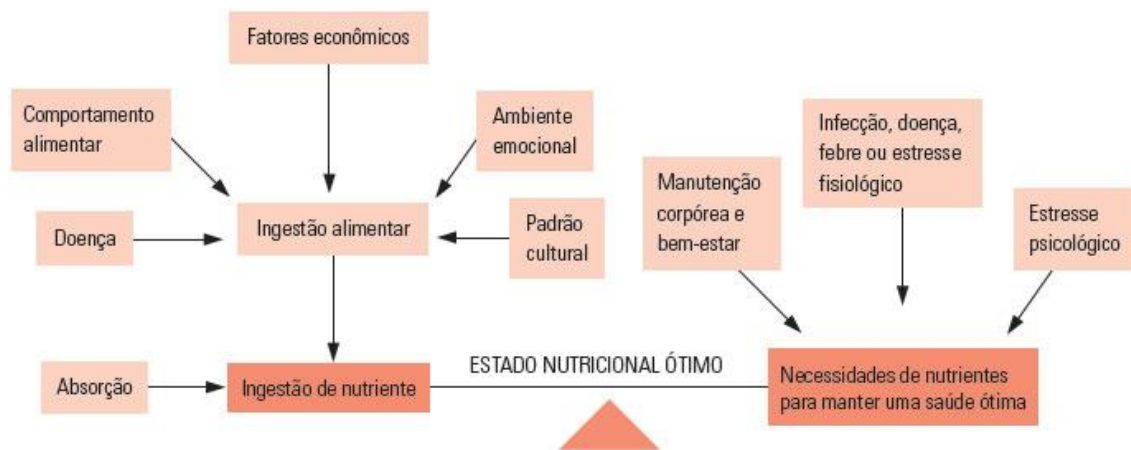


Figura 1 - Características e Componentes do Estado Nutricional.

Fonte: Mahan LK, Arlin MT. Orientações para planejamento dietético. In: Mahan LK, Arlin MT. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 8ª ed. São Paulo: Roca; 1995. p.289-308.

O estado nutricional pode ser afetado pelo isolamento social, solidão, doenças crônicas ou incapacitantes, alterações fisiológicas do trato gastrointestinal. O declínio do estado funcional é considerado um fator de risco nutricional ⁽⁵⁾. Para a avaliação do estado nutricional deve-se verificar, na história clínica, informações acerca do diagnóstico e intercorrências clínicas, que podem afetar a condição nutricional do paciente, ou ser

consequências dele. Em seguida, buscam-se evidências objetivas dessa condição de saúde (antropometria, avaliação clínica e dados bioquímicos) – além das intervenções terapêuticas com interações nutricionais – e, finalmente, a descrição do padrão alimentar ou o tipo de dieta que o paciente está ingerindo no momento da avaliação ⁽⁶⁾.

A determinação do diagnóstico nutricional (DN) e a identificação dos fatores que contribuem para essa avaliação do indivíduo idoso são difíceis de serem estabelecidas, uma vez que ocorrem diversas alterações fisiológicas e patológicas, além de modificações econômicas e no estilo de vida com o avançar da idade ⁽²⁾. Um dos métodos mais utilizados para o DN em geriatria, seja em estudos clínicos e, principalmente, em estudos populacionais, é a avaliação antropométrica. Medidas antropométricas, como a massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas, podem contribuir para estimar a gordura subcutânea ou a reserva muscular, em determinados locais do corpo, de forma razoavelmente acurada ⁽⁶⁾. Todavia, existem limitações para uso em idosos pela falta de padronização, bem como pelas limitações oferecidas pelo envelhecimento. Estas características comprometem a determinação de um diagnóstico antropométrico certo, preciso e exato, se cuidados específicos não sejam tomados no sentido de neutralizar ou amenizar o efeito dessas alterações sobre a avaliação antropométrica ⁽⁷⁾.

Com o fenômeno do aumento da população idosa é necessário atenção especial devido às modificações inerentes ao processo de envelhecimento, principalmente as mudanças relativas à composição corporal. Estas mudanças requerem mais estudos para criação de novos padrões e critérios de avaliação antropométrica para esta parcela da população que tem seu estado nutricional diretamente afetado pelas modificações ocorridas com o processo de envelhecimento. Com a evolução do uso computacional na área de saúde verifica-se a importância e necessidade de propor uma alternativa de avaliação nutricional do idoso, por exemplo, ao se empregar a lógica *difusa* (*fuzzy logic*).

1.1 Justificativa

O estado nutricional pode afetar a expectativa de vida, o consumo alimentar, e o controle das doenças. Esta condição influencia diretamente a população que se aproxima do ciclo

de vida máximo, proporcionando o aumento da longevidade ^(8,9). Desta forma, um dos fatores relacionados ao envelhecimento sadio é a boa nutrição durante toda a vida, pois o estado nutricional adequado aumenta a longevidade dessa população idosa ⁽⁹⁾. Desta maneira, ao se realizar uma avaliação nutricional, é possível identificar indivíduos em risco nutricional aumentado para danos à sua saúde e, como tal, estabelecer programas e estratégias nutricionais de intervenção com o objetivo de reduzi-los ⁽¹⁰⁾.

À medida que mais pessoas atingem a terceira idade, aumenta a prevalência de enfermidades em que a idade é fator de risco. Esta característica torna necessário um melhor conhecimento das doenças, do estado nutricional e das modificações corporais, psicológicas e sociais desse grupo etário. A idade avançada está inerentemente relacionada a uma maior carga de doenças crônicas, incapacidades e fragilidade nos últimos anos de vida, com subseqüentes custos mais altos de assistência médica ^(11,12).

O interesse na nutrição de idosos vem aumentando nos últimos anos devido ao grande aumento desse grupo etário na população em geral e suas implicações nos cuidados com a saúde. No âmbito da saúde pública, os dados antropométricos de populações são de grande utilidade na identificação de grupos que necessitam de intervenção nutricional, na avaliação de respostas a uma intervenção, no estabelecimento de fatores determinantes do baixo peso e sobrepeso e como instrumento de vigilância nutricional.

Segundo a classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS), são considerados idosos, nos países desenvolvidos, os indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos, ao passo que, nos países em desenvolvimento, considera-se a idade de 60 anos ^(13,14). A Legislação Brasileira, em concordância com a OMS, segundo a Lei nº 8.842/94, em seu artigo 2º, parágrafo único, diz que “são considerados idosos as pessoas maiores de 60 anos, de ambos os sexos, sem distinção de cor, raça e ideologia” ⁽¹⁵⁾. A população de um país será considerada envelhecida quando a quantidade de indivíduos idosos atinge 7% do total da população ⁽¹⁶⁾.

A cada ano, 650 mil novos idosos são incorporados à população, e a maior parte apresenta doenças crônicas não transmissíveis e limitações funcionais ⁽¹⁷⁾. Segundo a OMS, no ano de 2020, as condições crônicas são responsáveis por 60% da carga global de doença nos países em desenvolvimento. Este cenário preocupante impõe a necessidade de medidas

inovadoras, que mudem a lógica atual de uma rede de serviços pública e privada voltada ao atendimento do agudo para uma rede de atenção às condições crônicas ⁽¹⁶⁾.

Por um lado, a longevidade é, sem dúvida, um êxito. No entanto, ocorrem importantes diferenças no processo de envelhecimento entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento. Enquanto, nos primeiros, o envelhecimento ocorreu associado às melhorias nas condições gerais de vida; nos outros, esse processo acontece de forma rápida, sem tempo para uma reorganização social e da área de saúde adequada para atender às novas demandas emergentes.

O envelhecimento populacional no mundo, e mais recentemente, também nos países em desenvolvimento, entre eles o Brasil, tem reforçado o desafio de enfrentar essa nova realidade com soluções criativas e viáveis, especialmente nos países do terceiro mundo ⁽¹⁸⁾. Dada esta circunstância, atualmente há uma crescente demanda de recursos humanos e tecnológicos voltados para atender as necessidades desta “nova população” ⁽¹⁵⁾.

O aumento da população de idosos tem potencializado a necessidade de aprofundamento nas questões que abrangem o processo de envelhecimento. Esse processo associa-se com importantes transformações sociais e econômicas, bem como à mudança no perfil epidemiológico e, conseqüentemente, nas demandas dos serviços de saúde. Tal mudança, no Brasil, implica na elevação dos custos diretos e indiretos para o sistema de saúde segundo o Anuário Estatístico de Saúde do Brasil, 2001, fazendo do envelhecimento um fenômeno que precisa de ampla discussão ⁽¹⁹⁾. Essas transformações têm exigido respostas no que diz respeito especialmente às políticas de saúde e políticas sociais dirigidas à população idosa, com o intuito de preservar sua saúde, bem-estar e qualidade de vida, bem como de atendê-la em suas doenças ⁽¹⁸⁾. A promoção da saúde pode minimizar o impacto que o envelhecimento causa ao sistema de saúde ⁽⁹⁾.

Segundo a OMS, os estudos epidemiológicos sobre o estado nutricional em idosos indicam que os distúrbios nutricionais estão associados com o risco de morbidade e de mortalidade ^(17,20). Em função desse envelhecimento populacional tem aumentado a necessidade do estudo da adequação de padrões desenvolvidos para populações mais jovens e criação de novos padrões para os idosos, uma vez que com o passar do tempo o organismo sofre mudanças de ordem biológica e fisiológica, que vão influenciar no estado

nutricional do idoso, podendo afetar sua acurácia e precisão ⁽²¹⁾. No Brasil as condições de saúde dos idosos são pouco conhecidas, pois ainda são escassos os estudos epidemiológicos, de base populacional ^(22,23,24,25), principalmente abordando aspectos relacionados ao estado nutricional e à capacidade física dos idosos para realizar as atividades diárias ^(26,27).

O conhecimento do estado nutricional e da capacidade física dos indivíduos idosos pode servir para a proposição de estratégias de promoção da saúde, prevenção e tratamento de algum problema, visando à melhoria da sua qualidade de vida. A coleta contínua dos dados antropométricos, assim como o processamento e a análise dos dados de uma população, possibilita um diagnóstico atualizado da situação nutricional, suas tendências temporais e dos fatores de sua determinação, o que é atribuição do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) ^(17,28).

1.2 Abrangência

Este trabalho tem como foco a avaliação do estado nutricional de indivíduos idosos com idade igual ou superior a 60 anos, que residam na zona urbana e que estejam aptos a participar de uma avaliação antropométrica para coleta de dados antropométricos como, por exemplo, mas não limitado a peso, altura e circunferências corporais. Os resultados obtidos a partir deste estudo podem contribuir para o aprofundamento do tema, podendo contribuir para um diagnóstico atualizado da situação nutricional dos idosos, e assim, para a melhoria da qualidade de vida e do estado nutricional dos indivíduos. Adicionalmente, eles podem propiciar melhorias e subsídios para os programas de assistência ao idoso na saúde pública e privada para atender essa classe da população.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em nove capítulos sendo o presente capítulo referente a introdução do assunto abordado neste estudo e sua justificativa.

No capítulo dois foram descritos o objetivo geral e os específicos da pesquisa que visa

propor um sistema difuso de avaliação do estado nutricional e de saúde de idosos através dos indicadores antropométricos.

No capítulo três foi elaborado um levantamento bibliográfico necessário para entender a proposta deste estudo, os assuntos abordados serão o envelhecimento da população mundial e brasileira, consequências morfofuncionais do processo de envelhecimento, avaliação do estado nutricional dos idosos brasileiros, indicadores antropométricos e a utilização da lógica *difusa* para avaliar o estado nutricional dos idosos através dos indicadores antropométricos.

No capítulo quatro a metodologia científica utilizada neste trabalho é apresentada, assim como a abordagem para o tratamento dos dados coletados e sua forma de análise.

No capítulo cinco são dispostos os resultados obtidos pela análise dos diferentes indicadores antropométricos através do sistema de avaliação difuso do estado nutricional do idoso comparando essa proposta com os atuais métodos de avaliação disponíveis na literatura e na prática clínica atualmente utilizada.

No capítulo seis é realizada a análise e interpretação dos resultados obtidos.

No capítulo sete são citados os trabalhos futuros para serem desenvolvidos no doutorado.

No capítulo oito são esplanadas as conclusões da pesquisa.

2 Objetivo

2.1 *Objetivo Geral*

- Propor um sistema difuso de avaliação do estado nutricional dos idosos com ênfase nos indicadores antropométricos mais apropriados para esse grupo etário.

2.2 *Objetivos Específicos*

- Propor um conjunto de regras ⟨SE-ENTÃO⟩ que permita a avaliação nutricional do idoso.
- Avaliar e definir o estado nutricional dos idosos através de uma avaliação antropométrica que permita agregar distintos fatores nutricionais em um único sistema.
- Avaliar quais os indicadores antropométricos que serão mais viáveis para propor um sistema de avaliação nutricional e de saúde do idoso.

3 Fundamentação Teórica

3.1 Envelhecimento

3.1.1 Envelhecimento da População

A população mundial está em um processo de envelhecimento, devido ao aumento da expectativa de vida paralelamente em que há melhoria na qualidade de vida e diminuição nas taxas de natalidade em todo o mundo, resultando em um aumento gradual na população idosa ⁽²⁹⁾.

Em 1950, eram cerca de 204 milhões de idosos no mundo, enquanto em 1998, quase cinco décadas depois, este contingente alcançava 579 milhões de pessoas, atingindo um crescimento de quase 8 milhões de pessoas idosas por ano ⁽³⁰⁾. As projeções indicam que, em 2050, a população idosa será de 1.900 milhões de pessoas ⁽²¹⁾, com 80% da população idosa no mundo vivendo em países em desenvolvimento ⁽³¹⁾.

Uma das explicações para esse fenômeno é o aumento, verificado desde 1950, de 19 anos na esperança de vida ao nascer em todo o mundo. Atualmente uma em cada dez pessoas têm 60 anos de idade ou mais e, para 2050, estima-se que a relação será de uma para cinco em todo o mundo, e de uma para três nos países desenvolvidos ⁽³⁰⁾, a expectativa no Brasil, bem como em todo o mundo, é de que existirão mais idosos que crianças abaixo de 15 anos, fenômeno esse nunca observado antes ⁽¹⁾.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil a população de idosos representa um contingente de quase 15 milhões de pessoas com 60 anos ou mais de idade, i.e., 8,6% da população (Figura 2). Projeções estatísticas da OMS evidenciam que, no Brasil, no período de 1950 a 2025 o número de idosos deverá ter aumentado em quinze vezes, enquanto o restante da população é multiplicado por cinco vezes ⁽¹⁶⁾. Nos próximos 20 anos, essa população poderá chegar a 32 milhões de pessoas e deverá representar quase 13% da população total, classificando o Brasil como a sexta população de idosos do mundo ^(30,32,33). Os fatores determinantes do envelhecimento, em

nível da população de um país são ditados pelas suas taxas de natalidade e, de modo menos importante, de suas taxas de mortalidade. Esse processo é dinâmico, se estabelece com etapas sucessivas, sendo conhecido como transição demográfica ^(34,35).

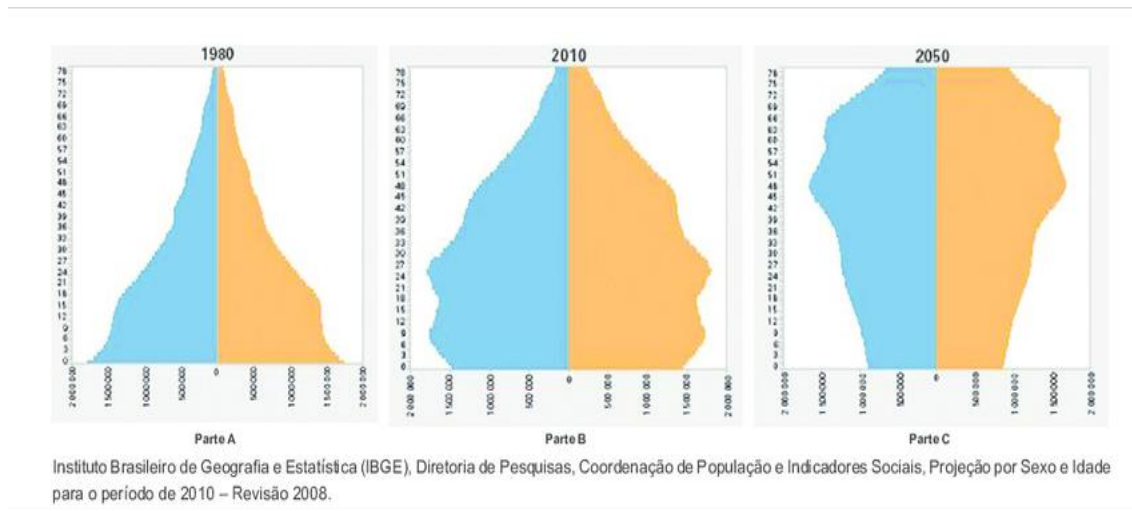


Figura 2 - Envelhecimento da população brasileira.

Fonte: IBGE, 2010

Um dos maiores impactos que a transição demográfica produz diz respeito às mudanças na conformação da estrutura etária populacional e às implicações destas mudanças nas políticas sociais e econômicas. No Brasil, as quedas nos níveis de mortalidade em 1940 e, posteriormente, de natalidade por volta de 1960, resultaram em mudanças na configuração da pirâmide etária populacional, que deixou de ser predominantemente jovem, iniciando um processo progressivo de envelhecimento ^(37,38,39).

Atualmente, no Brasil, mantem-se a queda acentuada da mortalidade infantil, redução da mortalidade por doenças infectocontagiosas e um aumento significativo da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis ^(40,41). Essas modificações ajudam a caracterizar o processo de envelhecimento populacional com transição epidemiológica e nutricional, com o aumento das doenças crônicas não transmissíveis e declínio das doenças infectocontagiosas ^(42,43,44,45).

A transição demográfica ocorreu lentamente nos países desenvolvidos com a elevação da qualidade de vida, com inserção das pessoas no mercado de trabalho, oportunidades educacionais favoráveis, bem como boas condições sanitárias, alimentares, ambientais e

de moradia ⁽¹⁸⁾. Estudos sobre as consequências do processo de envelhecimento populacional nos países em desenvolvimento são bastante escassos e se concentram mais nos aspectos ligados às condições de saúde, aposentadoria e arranjos familiares para o suporte dos idosos ⁽⁴⁶⁾.

No Brasil e em países latino-americanos, ou em desenvolvimento, essa transição demográfica foi rápida, intensa e desvinculada de uma política social favorável, sem melhora concomitante na qualidade de vida da população idosa ^(19,32,40,47,48). Esse processo resulta em uma demanda cada vez maior por serviços de saúde, acarretando importantes demandas econômicas e repercussões sociais.

Vale ressaltar que o Brasil experimentou ao início do século XX um acentuado envelhecimento dos cidadãos, com importantes repercussões na vida social e econômica ⁽⁴⁹⁾. Essas mudanças são consequências da diminuição da mortalidade, do aumento da expectativa de vida, da diminuição da fecundidade e da migração, situações que vêm ocorrendo, seja em países desenvolvidos, ou não, porém de formas diferentes ⁽⁵⁰⁾. Tanto a queda da fecundidade quanto da mortalidade que levaram a esse resultado demográfico, aconteceu desvinculada de um desenvolvimento social, decorrendo mais da importação da tecnologia e avanços médicos, além da rápida urbanização do país ⁽⁵¹⁾.

Esta transição demográfica associado ao aumento consecutivo de idosos apresentam desafios que causam preocupação com bem-estar físico e emocional do indivíduo idoso. Apesar de ser um processo natural, o envelhecimento submete o organismo a diversas alterações anatômicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas, resultando em problemas nutricionais e síndromes geriátricas (delírio, quedas, incontinência) ⁽⁵²⁾. Neste sentido, é essencial reconhecer a influência dessas mudanças sobre o estado nutricional ^(48,53). Igualmente importante, é necessário identificar os fatores que afetam a saúde e nutrição desse grupo etário, para que os serviços de saúde estejam preparados para este novo panorama demográfico, e para o acompanhamento dessa maior longevidade com melhor qualidade de vida ⁽⁵⁴⁾.

No território brasileiro, com um contexto de grandes desigualdades regionais e sociais, esse envelhecimento populacional tem causado grande impacto sobre a qualidade de vida da população. Em geral, esta faixa etária não encontra amparo adequado no sistema

público de saúde e acumula as sequelas das doenças crônicas não transmissíveis, enquanto o país ainda busca o controle da mortalidade infantil e das doenças transmissíveis ^(9,32).

Em conjunto com as transformações demográficas, surge o conceito de transição epidemiológica. Este processo engloba três mudanças básicas: (i) substituição das doenças transmissíveis por doenças não transmissíveis e causas externas, (ii) deslocamento da carga de morbimortalidade dos grupos mais jovens aos grupos mais idosos, e (iii) transformação de uma situação em que predominava a mortalidade para outra na qual a morbidade é dominante ⁽⁸⁾.

Desta forma, em decorrência ao processo de envelhecimento populacional e o aumento da expectativa de vida, verifica-se mudanças no perfil epidemiológico e nutricional da população, com o predomínio das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), específicas das faixas etárias mais avançadas ^(55,56). Consequentemente, há um aumento da necessidade do conhecimento dos fatores de risco que incidem sobre a prevalência das DCNT associadas à idade, resultando em maior demanda pelos serviços de saúde pública e privada e maior consumo de medicamentos ^(57,58), assim como aumento com gastos da previdência social e de recursos humanos para cuidar da população idosa ⁽⁵⁹⁾.

Uma característica importante nesse processo de transição demográfica acontecida no Brasil foi à feminização da população idosa. De 54% de mulheres da população idosa em 1991 passou para 55,1% em 2000. Essa diferença, embora seja um fenômeno mundial, é bastante intensa no Brasil, pois a expectativa de vida nas mulheres é, em média, 8 anos maior que os homens, conforme o Censo Demográfico de 2000 ^(56,60).

O levantamento da PNAD sobre a saúde da população idosa no Brasil indica que houve, entre o período de 1998 e 2003, uma melhoria das condições de saúde das pessoas de 60 anos ou mais ^(61,62). As causas que justificam esta melhoria são multifatoriais. Por um lado, há melhoria da qualidade de vida, melhoria da tecnologia médica e avanço do conhecimento científico propiciando um diagnóstico e tratamento precoce. Esta evolução tecnológica e científica colabora ainda na prevenção de agravos à saúde por meio de vacinas e medicamentos, tendência de diminuição do crescimento populacional, maior acesso aos serviços de saúde, e melhor controle dos agravos à saúde. Há também, mudanças comportamentais, aumento do nível educacional e do status socioeconômico

dos idosos, consequência dos programas sociais de transferência de renda focados nos mais pobres, como a ampliação do programa Bolsa Família, o benefício de prestação continuada, a aposentadoria rural e o aumento do valor do salário-mínimo ^(42,63,64,62,65,66).

O processo de envelhecimento populacional vem-se constituindo num dos maiores desafios para a saúde pública contemporânea, principalmente nos países onde esse fenômeno tem ocorrido em situações de pobreza e grande desigualdade social ⁽⁶⁷⁾. O delineamento de políticas específicas para pessoas idosas vem sendo apontado como altamente necessário, sendo imprescindível o conhecimento das necessidades, condições de saúde e nutrição desse grupo etário ⁽⁶⁸⁾ resultando em propostas de políticas de saúde que causem impacto na qualidade de vida desta população ⁽⁶⁹⁾.

O aumento da longevidade e os aspectos a ela inerentes fazem o fenômeno do envelhecimento constituir uma questão atual. O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial, e tem aumentado a necessidade de novos estudos para adequação de padrões, já existentes, para essa nova demanda dos idosos, uma vez que, com o passar do tempo, o organismo sofre mudanças de ordem biológica e fisiológica, que vão influenciar no estado nutricional do idoso e na saúde ^(30,70,71).

3.1.2 Fisiologia do Envelhecimento

O envelhecimento do indivíduo inicia-se quando cessa o crescimento e o desenvolvimento. Portanto, se envelhece quando as estruturas orgânicas e a suas atividades fisiológicas entram em perda e os ritmos de construção estrutural e de funcionamento biológico não superam os ritmos de destruição e de debilidade funcional. É um processo normal e multifatorial, que começa na concepção e termina na morte. Durante os períodos de crescimento, os processos anabólicos excedem as mudanças catabólicas. Uma vez que o organismo alcança a maturidade fisiológica, a taxa de mudança catabólica, ou degenerativa se torna maior que a taxa de regeneração celular anabólica. A perda resultante de células leva a vários graus de deficiência diminuída e função orgânica prejudicada ⁽⁷²⁾.

O envelhecimento fisiológico é um processo dinâmico, progressivo e irreversível em que

há alterações anatômicas, morfológicas, bioquímicas, funcionais, psicológicas e sociais que determinam a perda da capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente ⁽⁷³⁾. A interação de fatores endógenos e ambientais, que ocorre durante toda a vida dos indivíduos, influencia essas alterações, que não obedecem à mesma idade cronológica e acontece em ritmos diferentes nos vários sistemas, o que torna o grupo dos idosos muito heterogêneos, principalmente em relação aos aspectos da saúde ⁽⁶⁾.

O envelhecimento pode ser compreendido como um processo natural, de diminuição progressiva da reserva funcional dos indivíduos - senescência - o que, em condições normais, não costuma provocar qualquer problema. No entanto, em condições de sobrecarga como, por exemplo, doenças, acidentes e estresse emocional, pode ocasionar uma condição patológica que requeira assistência - senilidade. Cabe ressaltar que certas alterações decorrentes do processo de senescência podem ter seus efeitos minimizados pela assimilação de um estilo de vida mais ativo e saudável ^(21,74).

Na população idosa as alterações biológicas próprias deste processo de envelhecimento incluem a diminuição da estatura, progressiva redução da massa corporal magra e de líquidos corpóreos, aumento da quantidade de tecido gorduroso, redistribuição de gordura no tronco, a diminuição de vários órgãos (como rins, fígado, pulmões) e, sobretudo, uma grande perda de músculos esqueléticos causando a diminuição do metabolismo basal. Adicionalmente, há a alteração da elasticidade e compressibilidade da pele, alterações nas pregas cutâneas e nas circunferências corporais ^(72,75,76,77).

As várias alterações fisiológicas comprometem o estado nutricional do indivíduo idoso como a redução do olfato e paladar, devido à redução nos botões e papilas gustativas sobre a língua; redução da visão; falha na mastigação (pela ausência de dentes ou próteses impróprias); diminuição da secreção salivar e a redução da acidez gástrica com alterações na absorção de ferro, cálcio, ácido fólico, vitamina B12 e zinco; xerostomia; dificuldade no preparo e ingestão dos alimentos; redução da atividade de algumas enzimas como a amilase e a lipase pancreáticas; redução do fluxo sanguíneo renal e da taxa de filtração glomerular, constipação intestinal devido à redução da motilidade gastrointestinal entre outras alterações ^(8,78,79).

A senescência da população brasileira causa diversas repercussões para a saúde pública

uma vez que é acompanhada de doenças que têm a idade como fator de risco. As alterações fisiológicas, sociais, psicológicas e econômicas, assim como a perda da capacidade funcional e da autonomia, são um processo contínuo e responsável pelos distúrbios nutricionais observados nessa faixa etária ^(80,81,82).

A vulnerabilidade dos idosos às enfermidades, em função das constantes mudanças fisiológicas, dos hábitos alimentares inadequados, dos fatores genéticos, faz com que, na velhice, haja maior probabilidade de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, tornando os idosos, muitas vezes, incapazes de realizar atividades simples. Em contrapartida, há os que chegam à velhice em plena vitalidade física e mental, exigindo das políticas públicas e privadas uma maior atenção quanto aos suportes institucionais que lhes são de direito ⁽⁸³⁾.

Essa nova distribuição etária da população brasileira sinaliza a necessidade de se conhecer mais sobre o envelhecimento, suas repercussões e impacto sobre o sistema de saúde brasileiro. O idoso consome mais serviços de saúde, as internações hospitalares são mais frequentes e o tempo de ocupação do leito é maior do que o de outras faixas etárias sem que isto se reverta em seu benefício. Em geral as doenças dos idosos são crônicas e múltiplas, perduram por vários anos e exigem acompanhamento médico especializado e de equipes multidisciplinares permanentes, maior tempo de atendimento, equipamentos mais caros, maior utilização de medicamentos e internações frequentes. A maioria dos quadros de dependência desta população está associada a condições crônicas que podem ser adequadamente tratadas, muitas vezes, fora de instituições hospitalares ou asilares quando submetidos a uma assistência à saúde adequada ⁽⁸⁴⁾.

Nesse processo de preparação e adaptação da sociedade a essa nova realidade demográfica, deve-se incluir a capacitação dos profissionais que terão a função de cuidar da saúde dos idosos, pois, atualmente, há uma carência significativa de profissionais com essa habilitação. Evidências demonstram que o atendimento ao idoso de forma fragmentada, sem avaliação da sua funcionalidade e sem a compreensão das repercussões do envelhecimento nos processos saúde-doença repercute negativamente no seu estado geral de saúde, entendido como “o maior bem-estar biopsicossocial, e não simplesmente a ausência de doenças” ⁽⁸⁴⁾.

É de grande importância para os profissionais de saúde que lidam com pacientes idosos conhecer e distinguir as alterações fisiológicas do envelhecimento, denominadas senescência, daquelas do envelhecimento patológico ou senilidade ⁽⁷⁴⁾. Conhecer o considerado normal e o patológico e fazer a distinção entre eles pode ser difícil, pois muitas vezes essas condições se superpõem e, portanto, não se deve atribuir à velhice, sinais e sintomas de doenças muitas vezes passíveis de tratamento e cura. Por outro lado, não se deve considerar o processo natural do envelhecimento como sinais e sintomas de doenças ou solicitar exames e instituir tratamento em idosos que apresentem sinais apenas compatíveis com o envelhecimento fisiológico ⁽¹⁸⁾.

Surge, então, a necessidade de melhorar a qualidade das prestações de serviços ofertadas pelo sistema público. Faz-se necessário, então, repensar o modo como às ações são ofertadas e o papel de cada profissional dentro do novo contexto, organizar fluxos e diretrizes e renovar o papel da assistência em atenção ao idoso na condição de um processo de assistência integrado com utilização de novos instrumentos, ferramentas e tecnologias surge como uma nova perspectiva para essa abordagem ⁽⁸⁴⁾.

Adicionalmente, com o crescimento rápido da população idosa, faz-se necessário identificar os fatores que levam a um envelhecimento sadio, além de aprofundar a compreensão sobre o papel da nutrição na promoção e manutenção da saúde, independência e autonomia das pessoas idosas. Neste sentido, a inatividade e a alimentação inadequada, muitas vezes, podem levar a alterações de composição corporal, funcionais, bioquímicas e associadas ao estilo de vida dos indivíduos; sendo restritas apenas às características próprias do envelhecimento ^(7,28,64,85).

O idoso, diante de tantas peculiaridades, deve ser avaliado de maneira ampla e interdisciplinar. Dentro deste contexto, está a importância da avaliação do seu estado nutricional, evitando-se, portanto, a visão de que as alterações nutricionais do idoso fazem parte do processo normal do envelhecimento ⁽⁴⁸⁾.

Outro fator importante para promoção, manutenção e/ou recuperação da saúde e estado nutricional em todas as fases da vida é a alimentação e nutrição. No entanto, elas adquirem especial importância na terceira idade, uma vez que o envelhecimento, apesar de ser um processo normal/fisiológico, acarreta alterações no organismo que podem modificar as

necessidades nutricionais do indivíduo ^(44,85,86). Dentro deste contexto, verifica-se que os benefícios da nutrição adequada irão promover uma melhora da qualidade de vida para o idoso, possuindo um caráter de prevenção patológica e de independência pessoal na vida cotidiana. Conseqüentemente, há um compromisso em se chegar a uma população mais saudável e mais produtiva.

Quando se deseja que o envelhecimento seja uma experiência positiva, o decorrer da vida deve ser acompanhado de oportunidades contínuas de saúde, participação e segurança. A OMS adotou o termo “envelhecimento ativo” para expressar o processo de conquista dessa visão. Envelhecimento ativo é o processo de otimização das oportunidades de saúde, participação e segurança, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida à medida que as pessoas ficam mais velhas, com o reconhecimento dos direitos humanos das pessoas mais velhas e nos princípios de independência, participação, dignidade, assistência e auto realização estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU)⁽⁸⁷⁾.

3.2 Avaliação do Estado Nutricional

Na atual situação de envelhecimento da população mundial, é necessário e urgente a criação de medidas que visem à promoção da saúde dessa faixa etária em constante crescimento. Na avaliação global de pacientes idosos, é importante determinar o estado nutricional, pois está intimamente relacionado à recuperação e evolução de doenças agudas e crônicas ⁽⁸⁸⁾. Considerando o estado nutricional (EN) um indicador positivo de saúde, ao contrário da maioria dos indicadores clássicos de morbidade e mortalidade, que medem a ausência da saúde ⁽⁶⁾. Apesar disso, é comum a avaliação nutricional ser negligenciada pelos profissionais de saúde, em geral, por ser um aspecto complexo a ser avaliado, principalmente no campo da atenção básica. Nesta faixa etária a prevalência de desnutrição varia muito, dependendo dos critérios diagnósticos utilizados e do ambiente em que o estudo foi realizado ⁽⁸⁹⁾.

A manutenção de um estado nutricional adequado é muito importante, pois, de um lado, encontra-se o baixo-peso, que pode levar a desnutrição que predispõe a uma série de

complicações graves, incluindo tendência à infecção, deficiência de cicatrização de feridas, falência respiratória⁽⁹⁰⁾, insuficiência cardíaca, diminuição da síntese de proteínas a nível hepático com produção de metabólitos anormais, diminuição da filtração glomerular e da produção de suco gástrico⁽⁹¹⁾, aumenta o risco de infecções e mortalidade. Do outro lado temos o sobrepeso e obesidade com aumento da gordura visceral, que aumentam o risco de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT), como hipertensão, diabetes mellitus tipo 2, resistência à insulina, dislipidemias⁽⁹²⁾, síndrome metabólica, inflamação^(93,94,95), doenças isquêmicas do coração, acidente vascular cerebral, colelitíase, osteoartrite (especialmente joelhos), esofagite de refluxo, hérnia de hiato, alguns cânceres (mama e endométrio) e problemas psicológicos^(96,97,98). Consequentemente, para uma população mais idosa, a distribuição de gordura corporal parece ser um indicador que melhor prevê morbimortalidade em consequência das mudanças na dieta, com maior consumo de gorduras saturadas e açúcares simples e atividades físicas reduzidas, com menos músculo esquelético e resistência reduzida⁽⁹⁴⁾.

Quando se fala em avaliação geriátrica, a avaliação do estado nutricional é um dos itens primordiais, uma vez que a detecção precoce de desnutrição tem relação estreita com a morbimortalidade⁽⁹⁹⁾. A avaliação nutricional do idoso apresenta características particulares que as diferencia da avaliação nutricional dos demais grupos populacionais. Medidas utilizadas em jovens e adultos, como peso, altura, e cálculo do índice de massa corporal (IMC), não têm sido validadas entre esse grupo etário⁽¹⁰⁰⁾. As diretrizes clínicas atuais foram quase exclusivamente baseadas em estudos que incluíram predominantemente populações jovens e de meia-idade e concluiu que sobrepeso e obesidade eram principais fatores de risco para aumento da morbimortalidade em adultos maiores de 18 anos sem recomendar pontos de cortes específicos por idade^(101,102).

A avaliação nutricional é muito importante para detectar alterações precoces e se necessário, intervir de forma adequada, objetivando a prevenção de doenças, a promoção de uma vida saudável, mantendo ou recuperando o estado nutricional⁽¹⁰³⁾. O adequado EN ao longo da vida pode ser considerado um dos fatores que determinam a longevidade bem-sucedida. O processo de envelhecimento é associado a diversas alterações fisiológicas, que podem ter importantes implicações sobre o EN^(100,104).

A avaliação nutricional nesta fase da vida é criteriosa, já que vários fatores dificultam uma avaliação precisa, como as alterações fisiológicas referentes à idade, alterações da composição corporal do idoso e processos patológicos crônicos ⁽⁷⁾. A avaliação do EN e de saúde diferenciada no idoso é muito importante, podendo diagnosticar riscos nutricionais que prejudicam a saúde do indivíduo ⁽¹⁰⁵⁾. Os estudos mostram que existem dificuldades, porém já houve algumas adaptações até chegar à avaliação nutricional que estabeleça resultados eficazes e planejando estratégias de intervenção ⁽³⁹⁾.

A avaliação do EN pode ser feita por meio de métodos convencionais e não convencionais ⁽¹⁰⁷⁾. Métodos convencionais são aqueles caracterizados por sua consolidada utilização tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos, compreendendo aspectos de praticidade, custo aceitável, assim como precisão aceitável para o estado nutricional do indivíduo. Esta abordagem inclui história clínica, exame físico para detectar carências nutricionais específicas, avaliação da ingestão oral, medidas antropométricas, exames bioquímicos, dosagem de proteínas séricas, avaliação da imunidade celular e da composição corporal e bioimpedância elétrica ^(106,107). Por sua vez, os métodos não convencionais são aqueles que apresentam limitações no seu uso, como custo elevado de equipamentos e dificuldades técnicas para execução, que impossibilitam seu uso de forma rotineira. Sendo métodos mais sensíveis, também podem ser utilizados como referência em pesquisas e incluem provas funcionais para avaliar função muscular e imunidade celular. Esta abordagem compreende, por exemplo, densitometria computadorizada; hidrodensitometria e pesagem hidrostática, ressonância magnética ⁽¹⁰⁶⁾.

Dentre as várias formas de avaliação do EN, em estudos clínicos e, principalmente, em estudos populacionais, as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas) são as mais utilizadas. Estas abordagens podem estimar a gordura subcutânea ou a reserva muscular, em determinados locais do corpo, de forma razoavelmente acurada ⁽²⁷⁾.

O EN é detectado a partir de vários parâmetros (físicos, bioquímicos, clínicos e dietéticos), que podem ser utilizados e avaliados de forma isolada ou associados, conforme mostrado na Figura 3.

Tabela 1 - Métodos de Avaliação Nutricional

Métodos De Avaliação Nutricional	
Métodos Diretos	Métodos Indiretos
Anamnese Alimentar	Inquérito de Consumo Alimentar
Dados Antropométricos	Estudos Demográficos
Exame Físico	Inquéritos socioeconômicos e culturais
Dados Bioquímicos	

3.2.1 Avaliação da Composição Corporal - Antropometria

A avaliação antropométrica é o método mais utilizado para a avaliação do estado nutricional ⁽¹⁰⁸⁾ e foi definida por Jelliffe em 1966 como “a medida das variações das dimensões físicas e da composição total do corpo humano nas diferentes idades e níveis de nutrição” ⁽²⁾.

A antropometria constitui-se na técnica amplamente utilizada em pesquisas epidemiológicas ou na área clínica. Esta abordagem é um método de análise não invasivo, de fácil e rápida aplicação e apresenta padronização, é indolor, de baixo custo, relativamente simples e que permite resultados mais rápidos para estudos populacionais. Suas medidas estão relacionadas a diagnóstico dos indivíduos e de coletividades que originarão o perfil nutricional de um determinado grupo populacional ⁽¹³⁾.

Vale ressaltar que existem métodos mais sofisticados de avaliação da composição corporal como, p.ex., a densitometria, a diluição com isótopos da água, a ativação por nêutrons, a absorciometria radiográfica de feixe de dupla energia ou a tomografia axial computadorizada. Todavia, a utilização rotineira destas abordagens não é possível, devido à difícil aplicação na prática clínica e/ou ao alto custo dos equipamentos e disponibilidade restrita.

A avaliação antropométrica é um método efetivo para identificar populações em risco nutricional. Ela possibilita a determinação da composição corporal fora dos laboratórios, além de verificar a evolução do peso nos últimos meses, e de apresentar boa predição para

doenças futuras, mortalidade e incapacidade funcional. Estas características lhe atribuem a qualidade de poderem ser usadas como triagem inicial, tanto para diagnóstico quanto para o monitoramento de doenças ^(2,106,107,109,110).

O indicador antropométrico é também essencial na avaliação nutricional geriátrica. Todavia, a falta de padronização para uso em idosos e as limitações oferecidas pelo envelhecimento comprometem a eficácia de um diagnóstico antropométrico adequado. Esta condição é ainda mais grave se cuidados específicos não forem incorporados para neutralizar ou amenizar o efeito dessas alterações fisiológicas com o avanço da idade sobre a avaliação ⁽¹¹¹⁾. Apesar deste conhecimento, vale ressaltar que ainda não há consenso sobre o melhor instrumento de triagem nutricional, pois os descritos na literatura possuem limitações, vantagens e desvantagens quando utilizados em populações específicas ⁽¹¹²⁾.

Neste tipo de avaliação, como em qualquer processo de avaliação nutricional individual ou coletivo, torna-se necessário que o avaliador tenha a consciência de que não está lidando com um objeto, e sim com um indivíduo, com toda a sua sensibilidade, história de vida e fragilidade, respeitando a individualidade de cada um ⁽¹¹³⁾. Adicionalmente, é necessário padronizar técnicas de avaliação antropométrica e rastreamento nutricional assim como sistematizar sua aplicação, já que detectar o risco de desnutrição na população idosa auxilia na adequação do tratamento nutricional, previne a instalação da desnutrição e melhora a qualidade de vida ⁽¹¹⁴⁾.

- Composição Corporal (CC)

A importância da avaliação da composição corporal deve-se ao fato de o peso corporal isoladamente não poder ser considerado um bom parâmetro para a identificação do excesso ou déficit dos componentes corporais (massa gorda, massa muscular, massa óssea e massa residual) ou as alterações nas quantidades proporcionais dos mesmos em decorrência de um programa de exercícios físicos e/ou dieta alimentar ⁽¹¹⁵⁾.

O processo de envelhecimento acarreta alterações corporais, sendo importante de serem avaliadas no diagnóstico do estado nutricional e de saúde do indivíduo. Uma das principais alterações observadas é a modificação da composição corporal, na qual há o

aumento e redistribuição da gordura corporal (GC) ^(116,117) e redução de massa magra (água, tecido ósseo e tecido muscular) ^(8,102).

A sensível perda de massa muscular (MM) e o ganho de massa de gordura, um fato comum no envelhecimento, são considerados um fator de risco para doenças e incapacidades. A avaliação da composição corporal dos idosos é importante, pois alterações na distribuição de GC podem estar associadas a desordens metabólicas e cardiovasculares ^(6,10). A GC tende a diminuir nas regiões periféricas e aumentar na região abdominal e no tronco ⁽¹¹⁸⁾. O tecido adiposo tende a se depositar nos ligamentos, na região perirrenal e nos músculos, em substituição ao parênquima perdido ^(111,113). A porcentagem de massa de gordura aumenta em torno de 1,5% para homens e 1,7% para mulheres por década de vida, dos 15 aos 98 anos de idade ⁽¹¹⁹⁾.

A redução de MM é responsável pela redução concomitante do metabolismo basal uma vez que representa os principais tecidos consumidores de oxigênio ^(80,120). Essa redução também afeta vários órgãos (como rins, fígado, pulmões) virtude da redução da atividade física, alimentação inadequada, diminuição de água corporal e comprometimento da força muscular, da capacidade funcional e da autonomia dos idosos ⁽¹²¹⁾.

A massa óssea altera-se progressivamente no envelhecer por mudanças no conteúdo de cálcio e por deterioração da matriz orgânica, fenômeno mais frequentemente observado em mulheres na fase pré-menopausa ⁽¹²²⁾.

O principal objetivo da avaliação da composição corporal é determinar as quantidades de massa magra e massa gorda do organismo. Isto torna-se importante no caso de dois indivíduos com o mesmo peso e estatura, porém com composições corporais diferentes. Em outras palavras, um indivíduo pode ser sedentário e apresentar uma elevada porcentagem de gordura corporal, enquanto outro indivíduo fisicamente ativo pode apresentar menor porcentagem de gordura e maior desenvolvimento muscular. Neste sentido, o peso corporal como parâmetro isolado de avaliação da composição corporal não é indicativo do estado nutricional dos indivíduos. Como tal, a avaliação da composição corporal, tem como objetivo primordial implementar medidas profiláticas em indivíduos com proporções e distribuição dos componentes corporais anormais e de risco (como no caso do aumento da gordura visceral, alterações na hidratação, na massa

muscular, nas proteínas e nos minerais ósseos) ^(123,124,125).

i) Peso Corpóreo

O peso corporal altera com o envelhecimento e com o gênero ⁽¹²⁶⁾. Ao utilizar o peso como indicador nutricional, deve-se considerar que ele representa a soma de todos os componentes corporais, refletindo assim o equilíbrio energético-proteico do indivíduo. Segundo a Organização Mundial de Saúde, o peso corporal tende a aumentar até a faixa de 60 anos. O aumento de peso do homem alcança seu ápice aos 65 anos, e a partir dessa fase há uma diminuição do peso. Os níveis baixos de testosterona associam-se ao aumento da gordura abdominal. Já as mulheres atingem esse ápice aos 75 anos ^(13,16,113,127). A diminuição de estrogênio, após a menopausa, parece ser um fator crítico ⁽¹²⁸⁾ para que haja mais acúmulo de gordura subcutânea. A diminuição do peso a partir dos 65 anos, principalmente entre os homens, pode ainda estar associada à perda de massa muscular ^(13,128).

No caso de impossibilidade do idoso em posicionar-se na balança, é possível estipular o peso corporal através da equação de Chumlea, mesmo que esta técnica apresente limitações devido à quantidade de medidas corporais que utiliza e sua acurácia e a precisão são pouco conhecidas para idosos brasileiros ^(129,130,131).

ii) Estatura

A estatura sofre alterações que acompanham o processo de envelhecimento, tendendo a diminuir ^(132,133). Este fenômeno ocorre com um decréscimo gradativo da estatura de aproximadamente 2 a 3 cm por década. Esse processo inicia-se aos 40 anos e tende a acentuar-se com o avançar da idade ⁽¹²²⁾. O encurvamento da coluna, achatamento das vértebras, osteoporose, a redução dos discos intervertebrais, a cifose dorsal, escoliose, o arqueamento dos membros inferiores e/ou achatamento do arco plantar são as principais causas desse decréscimo da estatura corporal ^(126,134). Em contraste, esse processo de decréscimo não afeta os ossos longos (pernas e braços) do corpo. A partir da medição da altura do joelho da perna pode ser determinada a estatura dos idosos com achatamento na coluna e/ou que se encontram acamados ⁽¹²¹⁾.

iii) Circunferências ou Perímetros Corporais

As circunferências corporais podem contribuir para predizer a GC e podem ser utilizadas na análise de padrões da sua distribuição no corpo. As medidas das circunferências corporais estão relacionadas ao pescoço, tórax, cintura, abdômen, quadril, coxa, panturrilha, braço, antebraço e punho ⁽¹⁶⁾. A relação das circunferências da cintura e do quadril (C/Q) pode ser usada para identificação do risco de doença cardiovascular ⁽¹³⁵⁾. Neste ciclo da vida ocorre, em geral, diminuição da circunferência da panturrilha, das dobras cutâneas do tríceps e do bíceps e aumento da razão cintura-quadril ⁽¹³⁾.

Circunferência Média do Braço (CMB) (ou Circunferência do Braço)

A circunferência média do braço (CMB) é caracterizada por ser utilizada como indicador de reserva calórica e protéica, apesar de não ser o melhor indicador de massa muscular. Está medida é afetada por alterações da diminuição da massa magra, visto que ela representa o somatório das áreas constituídas pelos tecidos ósseo, muscular, adiposo e cutâneo do braço e que sofre diminuição com a idade, principalmente em mulheres ⁽¹¹³⁾. Ao se realizar a medida, ela deve ser feita no braço esquerdo, no ponto médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna. O ponto médio é obtido com o braço fletido a 90° e o valor da CMB é obtido com o braço relaxado, tendo-se o cuidado para não se comprimir partes moles ^(136,137). A classificação desta medida pode ser pela distribuição em percentil, sendo considerados desnutridos aqueles idosos que se encontrarem no percentil igual ou abaixo de 5% e obesos aqueles que se encontrarem igual ou acima de 85% ⁽¹³⁸⁾.

A circunferência muscular do braço e a área muscular do braço são parâmetros que permitem verificar a quantidade de tecido muscular no idoso ⁽¹³⁹⁾. A CMB vem sendo empregada para avaliação da desnutrição em idosos e apresenta uma sensibilidade de 89,1%, com valor preditivo negativo de 97,9%, sendo um método confiável para o diagnóstico de desnutrição ⁽¹⁴⁰⁾.

Circunferência da Coxa (CCx)

A medida ocorre a partir do ponto médio entre a prega inguinal e a borda superior da patela, com o avaliado em posição ortostática, com as pernas levemente afastadas, coloca-

se a fita no nível do ponto meso-femural em um plano horizontal ⁽¹⁴¹⁾.

Circunferência da Panturrilha (CP)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a circunferência da panturrilha é aquela que fornece a medida mais sensível da massa muscular nos idosos. Esta medida indica alterações na massa magra que ocorrem com a idade e com o decréscimo na atividade física. É particularmente recomendada na avaliação nutricional de pacientes acamados ^(137,142).

A medida deverá ser realizada na perna esquerda, com uma fita métrica inelástica, na sua parte mais protuberante. Nos idosos, o perímetro superior a 31 cm, para homens e para mulheres, indica um quadro de normalidade, enquanto uma medida igual ou inferior a esse valor é indicativa de desnutrição que está associada a massa muscular ^(137,143,144,145,146,147). Neste sentido, a medida da circunferência pode indicar saúde muscular (quando maior que 31 cm) ou sarcopenia (menor que 31 cm) que é o processo natural e progressivo de perda de músculos, característicos do envelhecimento. Quanto menos músculos, menor a força e funcionalidade, e aumento do risco de queda. Após os 50 anos, a pessoa perde uma quantidade significativa de massa muscular por ano, e fatores como sedentarismo, baixa ingestão de proteínas, doenças crônicas e hospitalização aceleram este fenômeno ^(148,149).

- Índice de massa Corporal (IMC)

Também conhecido como Índice de Quételet, é obtido a partir do peso de um indivíduo dividido por sua estatura ao quadrado ^(150,151). É uma ferramenta de avaliação nutricional que fornece informações sobre alterações na composição corporal e tem relação com as taxas de mortalidade ⁽¹¹⁹⁾.

Este indicador antropométrico é o mais utilizado para avaliar o risco nutricional, apresenta boa correlação com o peso e ser é um bom parâmetro de avaliação do EN. Todavia, quando se lida com idosos, ele deve estar associado a outros indicadores, pois o mesmo não reflete as modificações corporais em função do decréscimo de estatura, acúmulo de tecido adiposo, redução da massa corporal magra e diminuição da quantidade de água no organismo ocorridas no processo de envelhecimento ^(100,152,153,154,155). A diminuição do

IMC com o avançar da idade pode ser atribuída à redução da massa muscular corporal e à diminuição da quantidade de gordura corporal, que tende a diminuir depois dos 70 anos ⁽¹⁵⁶⁾. A dificuldade na utilização do IMC na avaliação do estado nutricional em idosos é agravado pela heterogeneidade que acompanha o envelhecimento e pela presença de doenças idade-dependentes ⁽¹⁵⁷⁾. O IMC apesar de ser de grande utilidade e de larga aplicação em estudos epidemiológicos, ele não permite determinar a composição corporal do indivíduo ⁽⁸¹⁾.

Apesar da medida do IMC ser prática e de fácil realização, além de se correlacionar bem com a gordura corporal total em adultos, ele não considera a distribuição desta gordura corporal (que está mais associado à risco cardiovascular) e não distingue a composição corporal, podendo dar falsos diagnósticos de sobrepeso, como ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Limitação do uso de IMC, por não levar em consideração composição corporal

Fonte: www.definicao.net/imc

Este índice é muito recomendado para o diagnóstico e classificação da obesidade, porém não expressa a composição corporal relativa ou quantitativa. Por isso, este método não é indicado para avaliação de atletas, pois não diferencia hipertrofia muscular de obesidade. O IMC juntamente com outras variáveis, como, por exemplo, a circunferência da cintura, permite a identificação de risco de doenças cardiovasculares e analisam os padrões de distribuição da GC ⁽¹⁵⁸⁾.

A OMS recomenda pontos de corte de IMC baseados em informações científicas sobre aumento do risco de morbidade e mortalidade. A relação entre IMC e mortalidade para adultos, representada graficamente, é uma curva em forma de J ou de U. As causas de mortes nos extremos da curva são diferentes: altas taxas de mortalidade em indivíduos

com baixo IMC são predominantemente devidas a causas digestivas e pulmonares. Já em indivíduos com altos valores de IMC, as causas predominantes são as doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus* e doenças da vesícula biliar ⁽¹³⁾. Em adultos, o risco mais baixo de mortalidade fica aproximadamente no intervalo de IMC de 20 a 30 kg/m² ⁽¹⁵⁹⁾.

Os valores de IMC usados como indicadores do estado nutricional de idosos estão mostrados na Tabela 2 ^(13,160,161). O IMC possui uma alta correlação com mortalidade (como demonstrado na Figura 4) e peso (r: 0,8), porém baixa correlação com estatura (r: 0,0 a 0,2) ⁽¹⁶²⁾.

Tabela 2 - Classificação nutricional segundo valores de IMC recomendados pela OMS para Idosos

Valor IMC (Kg/m ²)	Classificação Nutricional
< 18,49	Baixo peso
18,5 – 24,99	Adequado
25,0 – 29,99	Sobrepeso
> 30	Obesidade

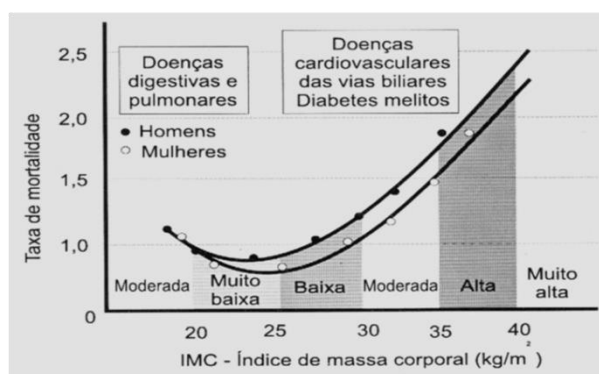


Figura 4 - Risco de morbimortalidade, de acordo com o IMC, em adultos.

Fonte: Bray, 1989, citado por CECAN/RCO, 2003.

Em uma metanálise recente envolvendo 197.940 idosos (≥ 65 anos) da comunidade demonstrou uma correlação de mortalidade em “U” sendo o ponto com menor mortalidade o grupo que se encontrava entre o IMC 24 e 31 kg/m². Desta forma, apesar

de ainda não haver uma posição oficial da OMS a este respeito, é aconselhável, que em idosos acima de 65 anos, utilize a seguinte classificação de IMC ^(162,163):

- Baixo peso: $< 23 \text{ kg/m}^2$
- Eutrofia: 24 a 30 kg/m^2
- Sobrepeso: $> 30 \text{ kg/m}^2$

Para a população idosa, O IMC sozinho é conhecido como uma medida inadequada de gordura corporal e é limitado em sua capacidade preditiva de mortalidade devido a três razões ^(164, 165,166,167):

- (i) não diferencia a massa corporal gorda e magra, e a este último se perde progressivamente com o aumento da idade ^(167,168);
- (ii) a medição da altura não é confiável devido ao encolhimento e colapso vertebral ⁽¹⁶⁸⁾;
- (iii) as informações de altura e peso são frequentemente recuperadas e relatadas automaticamente em vez de medidas, causando espúrias e imprecisões de estimativas de IMC em idosos.

Desta forma, apesar de ser um preditor importante para morbidade e mortalidade na população idosa, pouco se sabe sobre a relação entre IMC e envelhecimento ⁽¹⁶⁸⁾. Adicionalmente, há críticas sobre o uso dos mesmos pontos de corte para classificar obesidade em adultos e idosos, pois mudanças na composição corporal, associadas ao processo de envelhecimento, devem ser consideradas ^(163,169). Entre os novos critérios mais utilizados para essa avaliação do EM no idoso baseada no IMC estão a abordagem recomendada pela OMS e a proposto por Lipschitz ^(152,159). Este último salienta uma maior faixa de risco para desnutrição por considerar as modificações corporais do envelhecimento a fim de proporcionar um diagnóstico mais preciso. Neste sentido, os pontos de corte estipulados por Lipschitz abrangem uma maior faixa de indivíduos com baixo-peso do que os pontos de corte estipulados pela OMS. Esta escolha parece se justificar uma vez que as condições do EN associadas ao baixo-peso são significativamente mais sérias em indivíduos idosos, já que o avanço da idade os torna particularmente vulneráveis à desnutrição ^(152,170). Por sua vez, o critério de classificação

proposto por Lipschitz et al. assemelha-se ao utilizado pelo *Centers of Disease Control and Prevention* (CDC) no *National Health and Nutrition Examination Survey III* (NHANES III), realizado entre 1988 e 1994. Esse critério considera diferenças entre os sexos, porém não faz distinção para categorias com diferentes níveis de risco, ou seja, baixo peso, sobrepeso e obesidade ⁽¹⁷¹⁾. Essa classificação leva em consideração as mudanças na composição corporal que ocorrem com o envelhecimento, uma vez que os idosos apresentam decréscimo da estatura, diminuição da quantidade de água e massa magra no organismo e maior porcentagem de gordura, quando comparados com os indivíduos adultos ⁽¹⁶³⁾.

Tabela 3 - Diferentes pontos de corte propostos para classificação do IMC em Idosos

Referências	Desnutrição/ Magreza/ Baixo peso	Eutrófico	Sobrepeso/ Excesso de peso	Obesidade
OMS (1997)	< 18,5	18,5 a 24,9	25 a 29,9	> 30
Perissinoto et al. (2002)	< 20	20 a 30	>30	**
Lipschitz (1994)*	< 22	22 a 27	> 27	**
OPAS (2002)	< 23	23 a 28,9	29 a 29,9	> 30
Projeto SABE	< 23	23 a 28	28 a 30	> 30

*Ponto de corte utilizado atualmente pelo ministério da Saúde – Sisvan (2009).

**Os autores não classificam obesidade, somente sobrepeso.

Ainda não há, portanto, consenso quanto ao ponto de corte de IMC mais adequado para avaliar o estado nutricional de idosos ^(169, 172), e não há no Brasil algum estudo de base para toda a população que avalie a adequação do IMC como marcador de adiposidade em idosos. Ainda há importante variação na prevalência de sobrepeso e baixo peso na população idosa, devido à utilização de valores de corte diferentes entre os estudos, os quais, na maioria, são os mesmos aplicados para adultos considerando a falta de pontos de corte específicos para idosos ⁽¹⁵²⁾.

Vale ressaltar que a escolha do ponto de corte do IMC pode ainda ter efeito político, porque são utilizados para avaliar a saúde da população e a necessidade de atividades de

promoção à saúde ⁽¹⁷³⁾. O conhecimento do perfil antropométrico de uma população pode funcionar como fator de alerta para a tomada de decisões das autoridades de saúde, órgãos públicos, bem como para as instituições assistenciais cujo foco seja o idoso, no sentido de criar programas e ações preventivas que possam minimizar, a médio e longo prazo, as intempéries próprias da idade (174,175,176,177). Para profissionais da saúde, no entanto, a utilização de maior ponto de corte do IMC para baixo-peso e menor para obesidade seria mais interessante, pois estaria considerando as modificações corporais que ocorrem durante o envelhecimento, permitindo assim diagnosticar mais precisamente o estado nutricional desse grupo etário.

O IMC mostra uma alta correlação com o peso corporal ($r=0,8$), baseado em estudos realizados em diversos grupos populacionais. Em uma série de análises comparativas, a correlação do IMC com a estatura atingiu valores de 0,0 a 0,2. Assim, o IMC é altamente correlacionado com peso corporal, que tem uma proximidade com os estoques de energia corporal e é relativamente independente da estatura. A maior parte do diferencial de peso corporal entre os adultos é devida à gordura, sendo essa uma das razões de o IMC ser considerado um indicador de adiposidade, entretanto essa relação pode ser diferente entre idosos ⁽¹⁷⁸⁾.

Embora o IMC tenha alta correlação com massa corporal e baixa com estatura, é importante que seus valores se correlacionem com outras medidas independentes de composição corporal, que determinam a composição em termos de gordura corporal e massa muscular ⁽¹⁵⁹⁾. Vários estudos têm mostrado que o IMC apresenta boa correlação com a quantidade de gordura corporal determinada por medidas diretas como densitometria ⁽¹⁷⁹⁾, bioimpedância elétrica (BIA) ⁽¹⁸⁰⁾, pregas cutâneas ⁽¹⁸¹⁾, relação cintura/quadril (RCQ) ⁽¹⁸²⁾ e circunferência da cintura (CC) ⁽¹⁸³⁾.

É de suma importância, portanto, a necessidade de detectar os indivíduos em risco nutricional, pois assim se torna possível realizar intervenção nutricional primária. Como é possível observar, não há consenso sobre o melhor instrumento de triagem nutricional, pois os descritos na literatura possuem limitações, vantagens e desvantagens quando utilizados em populações específicas ⁽¹⁸⁴⁾.

3.3 Lógica Difusa na Avaliação Nutricional

A evolução dos sistemas computacionais na área da saúde possibilita abordagens alternativas para avaliação nutricional de idosos. Como ferramenta para representar o raciocínio humano aproximado, a teoria dos conjuntos *difusos* (*fuzzy set theory*) e a lógica *difusa* (*fuzzy logic*) podem ser uma alternativa a ser empregada para avaliar o estado nutricional de idosos com base nas medidas antropométricas. Os sistemas *difusos*, em geral, permitem lidar com a subjetividade existente e informações imperfeitas sobre o estado de saúde do paciente, seja pela ausência ou por incertezas nos parâmetros ^(185,186).

3.3.1 Conjuntos Difusos

O termo *fuzzy* em língua inglesa pode ter vários significados, que variam de acordo com o contexto de interesse, embora o conceito básico deste adjetivo passa sempre pelo vago, indistinto. Este termo significa nebuloso, difuso, e se refere ao fato de, em muitos casos, não conhecermos completamente as informações que estamos analisando ⁽¹⁸⁷⁾.

A teoria de conjuntos *difusos* tem sido estendida a diversas abordagens, sendo o termo lógica *difusa* usado em dois sentidos distintos: um sentido mais restrito que se refere a um sistema lógico que generaliza a lógica clássica para uma mais flexível e um sentido mais amplo, que engloba o sentido mais restrito, ao se referir a sistemas onde se aplicam conjuntos difusos. Todavia, a maioria das teorias e técnicas abrangidas pelo sentido mais amplo da lógica *difusa* está baseada em quatro conceitos básicos: conjuntos *difusos*, variáveis linguísticas, distribuição de possibilidades e regras SE-ENTÃO *difuso* ⁽¹⁸⁸⁾.

Talvez em nenhum outro campo da biociência a necessidade de estruturas matemáticas e computacionais, que possibilitem lidar com as imprecisões e incertezas de forma mais crítica e realista, seja tão evidente quanto na medicina e na epidemiologia. O diagnóstico de doenças envolve vários níveis de imprecisão e incerteza, particularmente nos estudos de epidemiologia, além da elucidação dos mecanismos de ação de doenças e drogas. Uma única doença pode se manifestar de forma diferente em distintos pacientes e com vários níveis de gravidade. Além disso, um único sintoma pode ser indicativo de várias doenças,

assim como a presença de outras doenças em um mesmo indivíduo pode alterar completamente o padrão sintomático esperado para qualquer uma delas. Estes efeitos costumam ser geradores de muitas incertezas e imprecisões afetando as interpretações dos exames e o diagnóstico. Temos ainda que as doenças são geralmente descritas com a utilização de termos linguísticos, que são intrinsecamente vagos ou subjetivos, e que muitas são as variáveis qualitativas em medicina, o que apresenta dificuldades na utilização de métodos quantitativos ⁽¹⁸⁹⁾.

Neste sentido, sistemas inteligentes baseados na teoria de conjuntos difusos podem auxiliar na representação de muitos fenômenos epidemiológico, bem como de diagnóstico. Estes sistemas difusos também podem contribuir de forma efetiva em processos de decisão de Saúde Pública ou mesmo servir de suporte no diagnóstico e prognóstico de doenças, principalmente na ausência de especialistas ⁽¹⁸⁹⁾. Os conceitos fundamentais que compõem os sistemas difusos são apresentados na sequência.

Definição: Considere pontos (objetos) genericamente denominados por $\{u\}$ distribuídos em um espaço de pontos denominados universo de discurso, U , que podem ser discretos ou contínuos. A coleção destes objetos, $\{u\}$, que representam elementos quaisquer, é denominada *subconjunto*, A , em U . A todo *subconjunto*, A , de um universo de discurso, U , é doravante designado como conjunto, sem perda de generalidade.

Definição: Um conjunto clássico, A , de um universo de discurso, $X = \{x\}$, é definido por uma função característica (mapeamento), $\mu_A(x)$, que assume um valor nulo para os elementos de X que não pertencem ao conjunto A , $\mu_A(x) = 0$ se $x \notin A$, e valor unitário para aqueles que pertencem, $\mu_A(x) = 1$ se $x \in A$, ou seja, $\mu_A(x) : X \rightarrow \{0,1\}$. Na teoria clássica dos conjuntos, um elemento pode pertencer ou não a um determinado conjunto.

Definição: Um conjunto difuso, A , de um universo de discurso, $X = \{x\}$, é definido por uma função de pertinência $\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]$ mapeando cada elemento, valor ou ponto x do domínio, X , a um número (grau) no intervalo entre os reais $[0,1]$ ⁽¹⁹⁰⁾. Como exposto ⁽¹⁹¹⁾, a função de pertinência $\mu_A(x)$ pode ser entendida como sendo o grau de compatibilidade entre o elemento x e o conceito expresso por A :

$$\mu_A(x) = 1, x \text{ é completamente compatível com } A;$$

$$\mu A(x) = 0, x \text{ é completamente incompatível com } A; \quad (1)$$

$0 < \mu A(x) < 1, x \text{ é parcialmente compatível com } A, \text{ com grau } \mu A(x).$

Definição: Um conjunto difuso, A , pode ser representado como um conjunto de pares ordenados de um elemento genérico, $\{x\}$, tal que $A = \{(x, \mu A(x)) \forall x \in X\}$, sendo $\mu A(x)$ conhecido também como o grau de pertinência de x em A , e $\mu A : X \rightarrow M$ é uma função de X para o espaço M chamado de espaço de pertinência ⁽¹⁹²⁾.

Deste modo, um conjunto difuso tem por finalidade permitir uma pertinência progressiva e não absoluta de um elemento a uma classe, ao contrário do entendimento de conjunto clássico baseado no princípio do terceiro excluído cujo elemento pertence, ou não, a uma classe ⁽¹⁹⁴⁾. Tal sistema pode ser descrito como um mapeamento no qual existe uma correspondência entre um ou mais universos de discurso, $(X_1 \times \dots \times X_n)$, de entrada e um universo de saída, Y , através de uma associação (não função), seja de um-para-muitos, ou de muitos-para-muitos ⁽¹⁹³⁾.

3.3.2 Lógica Difusa

A lógica convencional, ou clássica, usa pontos de corte com distinções bem definidas para separar conjuntos. Isso remete à construção de linhas que diferenciem elementos membros de um conjunto (estratificação, classificação, estadiamento), daqueles não membros. Essa divisão, muitas vezes, é um processo que não reflete a realidade do problema a ser modelado. Por outro lado, a lógica difusa tem um papel importante para as atividades de modelagem e projeto de sistemas inteligentes. A lógica difusa possibilita o uso de categorias (classes) com limites maldefinidos, de eventos intermediários entre o todo e o nada, da comunicação progressiva de uma propriedade a uma outra, e a aplicação de valores aproximados. Neste sentido, a lógica *difusa* pode refletir a maneira como as pessoas pensam, tentando modelar o sentido de palavras, tomada de decisão ou senso comum. Como consequência, a lógica *difusa* tem conduzido as pesquisas para sistemas inteligentes mais humanos e mais adequados à realidade ⁽¹⁸⁷⁾, tendo como principal objetivo a modelagem computacional do raciocínio humano

aproximado, imperfeito, ambíguo e vago.

A modelagem difusa é caracterizada como um conjunto de regras ⟨SE-ENTÃO⟩, onde o antecedente ⟨SE proposição⟩ define a parte premissa enquanto o conseqüente ⟨ENTÃO proposição⟩ define a parte conclusão, ambas caracterizadas como termos linguísticos na forma proposicional, ⟨ $P_i = x_i \text{ é } M_i$ ⟩. A i -ésima regra, para $i = 1, 2, \dots, m$, tal que m representa o número total de regras é dada por:

$$R_i: \text{ Se } \langle x_j \text{ é } M_{ij} \rangle \text{ E } \dots \text{ E } \langle x_n \text{ é } M_{in} \rangle \text{ ENTÃO } \langle y \text{ é } N_i \rangle$$

Os elementos x_j e y referem, respectivamente, à j -ésima entrada, para $j = 1, 2, \dots, n$, e à saída, sendo objetos inseridos em coleções distintas denominadas *universo de discurso*, $x_j \in X_i$ e $y \in Y$, também relacionadas às *variáveis linguísticas*. A quantidade de proposições, P_n , está relacionada à n -ésima dimensionalidade do argumento e, assim, ao raciocínio ou pensamento humano. O vetor de entrada $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \in \mathfrak{R}^n$, onde T representa o operador para matriz transposta, é denominado como premissa (antecedente da regra) enquanto a saída, y , é associada à conclusão (conseqüente da regra). A expressão linguística de conjunção E corresponde à *operação conjunto*, interseção, \cap , e à *operação lógica*, conjunção, \wedge , e à *operação norma Triangular (T-norm)*, $t(x,y)$. Os conjuntos difusos M_{ij} e N_i , são associados a *termos linguísticos* inseridos nos respectivos universos de discurso e construídos como *funções de pertinência*, $\mu_{ij} = R \rightarrow [0, 1]$ ⁽¹⁹⁵⁾.

3.3.3 Lógica Difusa Aplicada à Avaliação Nutricional

A teoria dos conjuntos *difusos* e a lógica *difusa* são empregadas pioneiramente para projetar um sistema de inferência difuso para avaliação da obesidade e, portanto, do estado nutricional, ao agregar o índice de massa corporal e porcentagem de gordura corporal como dados diagnósticos para o tratamento e indicação de cirurgia bariátrica ^(196,197). Quando há interesse em diagnosticar a desnutrição de bebês, é proposto um sistema difuso que emprega circunferência antropométrica do bebê e espessura de dobras cutâneas ⁽¹⁹⁸⁾.

Descobrir um diagnóstico nutricional em radiologia pediátrica com foco na avaliação da idade óssea em um indivíduo vivo entre 11 e 17 anos surgiu um sistema de inferência *difuso* ⁽¹⁹⁹⁾. O estudo de peso e altura para compor o espaço de premissa de entrada de um sistema de inferência *difuso* desenvolvido para avaliação nutricional e de obesidade é dirigido à população idosa ⁽²⁰⁰⁾. Um sistema de inferência *difusa* projetado de acordo com um número mínimo de classes de IMC e peso como variáveis de entrada, cujos valores de corte são determinados pelo uso de técnicas de inteligência artificial e métodos estatísticos entre os relatórios coreanos de banco de dados de tipo corporal padrão, são, então, mapeados em obesos e não classes de obesidade para classificação de obesidade ⁽²⁰¹⁾. Um mapa cognitivo *difuso* em cascata é empregado para a (má) avaliação nutricional em bebês de 0-6 meses para detectar precocemente o risco de doenças cardiovasculares ⁽²⁰²⁾. Outro estudo investiga o sistema difuso de árvore de decisão para avaliar o estado nutricional e identificar pacientes desnutridos por meio de medidas de espectroscopia de bioimpedância aplicadas para triagem e monitoramento do estado nutricional de pacientes hospitalizados ^(203,204). Uma abordagem híbrida entrelaçando sistema de inferência *difusa* e rede neural artificial designada como sistema de inferência neuro-difuso adaptativo (ANFIS) é proposta para diagnosticar a deficiência nutricional relativa à anemia por deficiência de ferro (IDA) ⁽²⁰⁵⁾. Estendendo-se a outras técnicas derivadas da teoria dos conjuntos *difusos*, o método da média de agrupamento difuso entrelaçado com a análise de histograma de imagem é empregado para segmentar a gordura subcutânea da gordura visceral ao lidar com a imagem de ressonância magnética ponderada em T1 transversal para avaliar a quantidade e distribuição de tecido adiposo abdominal ⁽²⁰⁶⁾. A técnica *fuzzy cluster means* também é empregada para avaliar o estado nutricional quanto à boa nutrição, desnutrição e melhor nutrição por meio das análises de altura, peso e idade ⁽²⁰⁷⁾.

4 Métodos

4.1 *Dados*

4.1.1 População e Amostra

O estudo foi realizado avaliando idosos voluntários com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, que residam na zona urbana, medidos na unidade básica de saúde do bairro Santa Inês na regional leste do município de Belo Horizonte. Os voluntários devem apresentar plena condição intelectual, psíquica e de verbalização para responder ao questionário durante a entrevista, e foram convidados a participar do processo de triagem.

A amostragem é não-probabilística, por conveniência, já que a amostra foi definida segundo os critérios de exclusão dentro de um intervalo de tempo especificado de três meses. A coleta teve início após a apreciação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa. Durante o período de coleta de dados os critérios de exclusão foram verificados, compondo desta forma a amostra da pesquisa considerando 80 voluntários.

Os voluntários são selecionados entre aqueles pacientes disponíveis no local durante a realização da coleta de dados, não havendo geração de despesas para eles. Eles foram escolhidos de acordo com a orientação e determinação da gerência da unidade de saúde para que não afete o funcionamento da unidade. Um convite para participar da pesquisa abordando os métodos da pesquisa é realizado e os voluntários podem aceitá-lo, ou não.

4.1.1.1 Medidas em caso de Identificação de estado nutricional alterado

Todos os dados coletados durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa são mantidos em confidencialidade e sigilo, bem como a privacidade de seus conteúdos, mantendo a integridade moral e a integridade dos indivíduos durante todas as fases da pesquisa. Se for do interesse da instituição coparticipante, tanto a coleta de dados, quanto os modelos matemáticos, as análises estatísticas ou os resultados podem, ou não, ser repassado ao

profissional responsável pelo acompanhamento do projeto ou gerência/diretoria da instituição. No entanto, os dados coletados ou o banco de dados em sua íntegra, ou parte dele, são restritos a somente pessoas envolvidas na equipe da pesquisa.

Em casos de identificação de estado nutricional alterado, não há autorização para intervenção na conduta nutricional aplicada ao paciente uma vez que a equipe de pesquisa não faz parte do corpo clínico da instituição em que a coleta é realizada. Em casos de identificação de estado nutricional alterado, o usuário é encaminhado à Equipe de SF responsável para dar continuidade a conduta nutricional adequada.

4.1.2 Critério de Exclusão

O critério de exclusão utilizado foram de idosos ou responsáveis que não deram o consentimento para a pesquisa, idosos em suporte nutricional (dietas enteral e parenteral), diagnosticado com doenças crônicas graves como câncer, sequela de acidente vascular cerebral, indivíduos acamados, ou com incapacidade motora que inviabilizassem a permanência em posição ortostática, ou com deformidade física que afete membros ou amputação dos mesmos ou uso de prótese ou órtese, presença de edemas nos membros inferiores e/ou ascite, alterações musculoesqueléticas ou qualquer alterações físicas que impossibilitassem a verificação das medidas antropométricas. Idosos com demências, desorientados ou com nível de consciência reduzido, com sequelas de acidente vascular encefálico e neuropáticas, impossibilitados de realizar a antropometria, e os que estavam comatosos e acamados. Na seleção da amostra não se levou em consideração a presença de doenças, fossem elas agudas ou crônicas, desde que as mesmas não interfiram na operacionalização das medidas antropométricas.

4.1.3 Riscos

O presente estudo oferece riscos mínimos relacionados a desconfortos, vantagens financeiras ou desvantagens para os envolvidos. Os riscos mínimos que podem acontecer são o constrangimento diante de alguma pergunta ou durante a aferição das medidas

corporais não oferecendo risco de lesão. Os métodos adotados para proteção dos voluntários consistem na preservação do anonimato dos mesmos através do uso de abreviações dos nomes, sigilo dos dados e utilização dos mesmos somente para esta pesquisa.

4.2 Delineamento da Pesquisa

Trata-se de um ensaio Observacional e um estudo Analítico e Transversal.

4.3 Ética

O caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes e segue em conformidade com declarações de política internacionalmente aceitas, em particular, com a Declaração de Helsinki do Código de Ética da Associação Médica Mundial (WMA), e a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, Brasil. No primeiro contato os voluntários são informados dos métodos, riscos e objetivos envolvidos no estudo e são orientados quanto ao instrumento de pesquisa, procedimentos e vestimenta adequada para a realização da mesma. Participam da pesquisa após assinarem, em duas vias, o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP 3.609.152 –, conforme disponível nos *Anexos*. Os voluntários tem garantia de plena liberdade ao participar da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Também é garantida a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa.

4.4 Equipamento

A entrevista e a aferição dos indicadores antropométricos são realizadas em uma sala com

mesa e cadeira e espaço para disposição dos equipamentos. Os equipamentos para aferição dos indicadores antropométricos compreendem:

- Balança de plataforma mecânica calibrada, com capacidade para 150kg e precisão de 0,1kg;
- Estadiômetro em barra vertical acoplado à balança, inextensível, graduado a cada 0,5 cm;
- Fita métrica não distensível com 100cm de extensão e 0,1cm de precisão;

4.5 Protocolo

Para melhor caracterização da amostra o protocolo inicial da pesquisa conta com as seguintes etapas:

1. Coleta dos dados realizada em um primeiro momento através de uma entrevista padronizada e individual através de um formulário, feita pelo avaliador em um espaço reservado, contendo perguntas sobre os dados demográficos como idade (anos) e sexo (masculino e feminino).

b) Avaliação do estado nutricional dos participantes foi realizada através da avaliação antropométrica utilizando os seguintes indicadores que obtidos a partir de procedimentos padronizados:

- Peso Corporal (Kg)
- Estatura (cm)
- Circunferências do braço, da coxa e da panturrilha (cm)
- IMC (índice de massa corporal) (Kg/m^2)

Procedimentos De Aferição De Medidas Antropométricas (130,131,208,209,210,211,212,213)

Peso (Kg)

1. Número de vezes a realizar a medida: duas (02);
2. Equipamento: balança;
3. Técnica: Instalar a balança em superfície plana, firme e lisa e afastada da parede;

4. Colocar o avaliado no centro do equipamento, com o mínimo de roupa possível, descalço, ereto, pés juntos e braços estendidos ao longo do corpo. Mantê-lo parado nesta posição;
5. Registrar o valor mostrado no painel, imediatamente, sem arredondamentos (ex: 75,2 kg).

Antes da aferição solicitar ao indivíduo:

1. Retirar os sapatos.
2. Retirar “roupas pesadas” (casacos, jaquetas, blusas grossas).
3. Remover acessórios (óculos, cinto, colares).
4. Retirar objetos dos bolsos da calça, saia, camisa (celular, caneta, dinheiro, moedas, carteira, lenço, papéis) etc.

Altura (m)

1. Número de vezes a realizar a medida: duas (02);
2. O indivíduo deve ficar em pé, de forma ereta, com as pernas e pés paralelos, peso distribuído em ambos os pés, braços relaxados ao lado do corpo e palmas das mãos voltadas para o corpo;
3. Posicionar a cabeça do indivíduo no plano de Frankfurt (alinhar horizontalmente a borda inferior da abertura do orbital com a margem superior do condutor auditivo externo), com os olhos mirando um plano horizontal à frente, de acordo com o plano de Frankfurt;
4. Solicitar ao voluntário que inspire profundamente e prenda a respiração por alguns segundos;
5. Neste momento, descer o esquadro até que este encoste a cabeça da pessoa, com pressão suficiente para comprimir o cabelo. Realizar a leitura da estatura sem soltar o esquadro.
6. Registrar o valor encontrado, imediatamente, sem arredondamentos. (ex: 1,73m).

Antes da aferição solicite ao indivíduo:

1. Retirar os sapatos.
2. Retirar “roupas pesadas” (casacos, jaquetas, blusas grossas).

3. Remover enfeites e prendedores de cabelo (fivelas, tiaras, lenços, presilhas, laço, faixa etc.).
4. Desfazer qualquer tipo de penteado (rabo-de-cavalo, coque, trança etc.).

Circunferência do braço (cm)

1. Número de vezes a realizar a medida: duas (02).
2. Equipamento: fita métrica inelástica;
3. Técnica: Posicione-se atrás do avaliado. Solicitar ao indivíduo que flexione o cotovelo a 90°, com a palma da mão voltada para cima. Por meio de apalpação, localize e marque o ponto mais distal do processo acromial da escápula e a parte mais distal do 55lecrano. Fazer, então, uma pequena marcação do ponto médio entre estas duas extremidades. Solicitar ao voluntário que, em posição ereta, relaxe o braço, deixando-o livremente estendido ao longo do corpo. O avaliado deve estar com roupas leves ou com a toda a área do braço exposta, de modo a permitir uma total exposição da área dos ombros. Com a fita métrica inelástica, fazer a medida da circunferência do braço em cima do ponto marcado, sem fazer compressão;
4. Registrar o valor obtido, imediatamente, sem arredondamentos. Ex: 33,6 cm.

Circunferência da panturrilha (cm)

1. Número de vezes a realizar a medida: duas (02).
2. Equipamento: fita métrica inelástica;
3. Técnica: o antropometrista posiciona-se lateralmente ao avaliado. O avaliado posiciona-se em pé, com os pés afastados 20 cm um do outro, de forma que o peso fique distribuído igualmente em ambos os pés. Uma fita inelástica é colocada ao redor da panturrilha da perna direita (circunferência máxima no plano perpendicular à linha longitudinal da panturrilha) e deve-se mover a fita para cima e para baixo a fim de localizar esta máxima circunferência. A fita métrica deve passar em toda a extensão da panturrilha, sem fazer compressão. O valor zero da fita é colocada abaixo do valor medido.
4. Registrar o valor obtido, imediatamente, sem arredondamentos. Ex: 31,3 cm.

Circunferência média da coxa (cm)

1. Número de vezes a realizar a medida: duas (02).
2. Equipamento: fita métrica inelástica;
3. Técnica: Medir na meia distância entre a prega inguinal e o ponto patelar anterior. O voluntário deve estar na posição bípede relaxado, com os braços pendentes ou cruzados sobre o peito, os membros inferiores ligeiramente afastados e o peso igualmente distribuído pelos dois pés. Para facilitar a medição o observado pode estar em cima de um banco ou caixa antropométrica. O observador posiciona-se lateralmente em relação ao voluntário e coloca-se a fita ao nível do ponto mid-trocantérico-tibial lateral. Nesta posição devem fazer-se os reajustes para que a fita fique horizontal em relação ao solo e perpendicular ao eixo longitudinal do membro inferior sem fazer muita pressão sobre os tecidos.
4. Registrar o valor obtido, imediatamente, sem arredondamentos. Ex: 32,8 cm.

4.6 Análise de Dados

Estatística

A extração de informações dos dados é realizada através da análise estatística descritiva assim como medidas de dispersão e coeficientes de correlação de Pearson. Também é empregada análise gráfica para ilustrar e comparar resultados.

Índice Kappa

Para a etapa de validação será utilizado o índice (coeficiente) Kappa. O coeficiente de Kappa é uma medida de concordância entre dois observadores ou dois instrumentos que classificam uma série de unidades observacionais conforme as classes de uma variável qualitativa. Neste projeto, a avaliação difusa proposta é comparada à avaliação de especialistas usando o coeficiente Kappa:

$$K = \frac{K_1 - K_2}{1 - K_2} \quad (2)$$

usado para análise concordante entre observadores^{109,110}. Os especialistas classificam as

condições clínicas dos voluntários empregando os mesmos termos linguísticos do sistema para classificar o transtorno de ansiedade. O termo $K_1 = \sum_{i=1}^r n_{ii}/n$ é o coeficiente de concordância, que representa a proporção (ou probabilidade) de pares de observação que são concordantes. Diz respeito aos pares diagonais, $n_{ii} \forall i = 1, 2, \dots, n$ elementos de comparação e $K_2 = \sum_{i=1}^r (n_{i+} + n_{+i}) / n^2$ é o coeficiente de concordância esperado. Corresponde à porcentagem hipotética esperada (ou probabilidade) de observações concordantes, sob um conjunto de restrições, como a independência total das classificações dos observadores. O componente r refere-se às categorias de avaliação, n_{ij} representa o número de elementos da amostra avaliados pela primeira análise na categoria i e pela segunda análise na categoria j —isto é, n_{i+} que representa o número de elementos da amostra avaliados pela primeira análise na categoria i . O denominador em (5) funciona como uma "padronização", de modo que o coeficiente Kappa varia com o intervalo $(K_2 / (1-K_2)) K \leq + 1$, atingindo o valor máximo, o valor unitário referente à concordância total enquanto o valor $(K_2/(1-K_2))$ refere-se ao grau de não concordância.

4.7 Projeto do Sistema de Inferência Difuso

4.7.1 Modelo Difuso Mamdani

O modelo difuso que emprega o mecanismo de inferência do tipo Mamdani é empregado neste projeto. O modelo sistema difuso do tipo Mamdani é definido como segue:

$$RS_i : SE \ x_1(t) \ \acute{e} \ Mi_1 \ (x_1(t), \ E \dots \ E X_n(t) \ \acute{e} \ Min(x(t)) \ \text{ENT\AA}O \ y_i(t) = C_i(x(t)),$$

sendo que RS_i representa a i -ésima regra, de tal modo que $i = 1, 2, \dots, N_r$ é o número de regras difusas. A saída para a i -ésima regra é $y_i(t)$; as variáveis de estado são dadas por: $x_1(t), \dots, X_n(t)$; a função de pertinência da entrada deste universo do discurso é $Mip(x(t))$, $p = 1, 2, \dots, n$, enquanto $C_1(x(t))$ se refere às funções de pertinência que fazem parte do universo de discurso de saída.

4.7.2 Conjuntos Difusos de Entrada e Saída

As classes das variáveis de entrada difusas são definidas por $M_{jEntrada}^{Entrada}$ para $j_{Entrada} = 1, 2, \dots$ enquanto os conjuntos difusos que particionam a variável de saída $N_{jSaída}^{Saída}$ para $j_{Saída} = 1, 2, \dots$, e têm suas funções de pertinência definidas de acordo com a descrição geral como segue. Considere uma função de pertinência, $\mu_M: X_i \rightarrow [0, 1]$, definida em um universo de discurso, X_i , ao qual está associado um conjunto de termos linguísticos $T = \{M_1 e M_2\}$; um termo linguístico $M_j \in T$, onde $c(M_j) = \{x_0 \in X_i \mid \mu_{M_j}(x_0) = 1\}$ e $s(M_j) = \{x_0 \in X_i \mid \mu_{M_j}(x_0) > 0\}$, respectivamente, denotam o núcleo e suporte de M_j . Neste estudo, cada termo linguístico $M_j \in T$ tem a forma de acordo com uma função de associação trapezoidal:

$$\mu_{Mij}(xi; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & b \leq x \leq c \\ 0 & c \leq x \end{cases} \quad (3)$$

representado por uma quádrupla $\langle s1, c1, c2, s2 \rangle$, para $s(M) = [s1, s2]$ sendo o suporte e $c(M) = [c1, c2]$ os parâmetros centrais (centro). O sistema é projetado empregando as partições Ruspini.

As possíveis variáveis de entrada necessárias para propor uma avaliação do estado nutricional são os indicadores antropométricos supracitadas, como peso corporal, estatura, circunferências do braço, circunferências da panturrilha, IMC (índice de massa corporal), a serem selecionados de acordo com a análise estatística dos dados coletados. A agregação das variáveis selecionadas resultam num produto cartesiano relacionado com o espaço premissa de entrada. A variável de saída obtida é o estado nutricional do indivíduo que será indicada por Y , de acordo com os indicadores antropométricos obtidos na avaliação antropométrica.

5 Resultados e Discussão

A coleta de dados teve duração de três meses compreendendo 80 voluntários satisfazendo os critérios de inclusão e exclusão, sendo 40 do sexo masculino e 40 do sexo feminino, ambos distribuídos nas faixas de 60-70 anos, 70-80 anos, e maior que 80 anos, compondo o grupo final de participantes deste estudo.

5.1 Análise Estatística dos Dados Coletados

Cada uma das variáveis estudadas foi comparada estatisticamente em relação ao sexo, i.e., se existe diferença nas variáveis entre homens e mulheres. Estas variáveis também foram analisadas considerando a população amostral total.

As variáveis contínuas foram testadas em relação a sua normalidade através do teste de Shapiro Wilk, assim como teste Chi. Se o *p-valor* do teste for superior a 0,05, então a distribuição é normal e as medidas antropométricas descritivas são apresentadas e analisadas como valor médio, m , e desvio padrão, σ , - i.e., $(m \pm \sigma)$ - e mediana considerando os grupos amostrais. Por outro lado, se o *p-valor* do teste for igual ou inferior a 0,05, então a distribuição é não normal e as medidas descritivas são apresentadas como mediana (Q2) e quartis (percentis 25 (Q1) e 75 (Q3)), embora estejam apresentados todos os valores da composição das tabelas de análise. As variáveis categóricas são apresentadas com números e porcentagens.

Os dados de idade, peso (P), altura (A), circunferência média do braço (CMB), circunferência da coxa (CCx), e circunferência da panturrilha (CP) foram testados em relação à distribuição normal, cujo resumo é apresentado nas Tabela 4 e Tabela 5. De acordo com o teste de normalidade Chi, as variáveis masculinas e femininas são caracterizadas por distribuição normal, exceto pela medida de circunferência média do braço. Estes resultados são confirmados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk, exceto também para a variável de circunferência média do braço, acrescido da variável IMC.

Tabela 4 - Teste de Chi e Shapiro-Will de Normalidade com os Dados Coletados

	Teste Normalidade					
	Masculino		Feminino		Amostra Total	
	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk
Idade	√	√	√	√		
Peso	“√”		√			
Altura	√	√	√	√	√	√
Circunferência média do Braço						
Circunferência da Coxa	√	√	√	√		
Circunferência da Panturrilha	√	√	√	√		“√”
IMC	√		√			

Vale ressaltar que os *p-valores* da variável peso para população amostral masculina e da variável circunferência da panturrilha para população total apresentam valores próximos do limite de 5%, respectivamente, $p\text{-valor}_{(\text{peso-masculino})} = 0,045$ e $p\text{-valor}_{(\text{panturrilha-Total})} = 0,045$, e podem, com uma abordagem menos restritiva, ser aproximadas como aproximadamente normal. Por outro lado, as distribuições para população amostral total apresentam característica não normal, exceto para a variável de medida da altura que se caracteriza por ser normal em todos os grupos de trabalho. Estes resultados estão apresentados nos gráficos QQ, mostrados nas Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, e Figura 11. Exceto para o gráfico referente à medida da circunferência média do braço, as outras variáveis podem ser classificadas como distribuição normal, ou “quase” normal, i.e., próximas da característica normal na região central do gráfico.

Tabela 5 – Correspondente *p-valor* para Teste de Chi e Shapiro-Will de Normalidade na Tabela 5.

	Valor “p” para Teste Normalidade					
	Masculino		Feminino		Amostra Total	
	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk	Teste Chi	Teste Shapiro-Wilk
Idade	0.6800	0.2733	0.2017	0.1655	0.0353	0.0233
Peso	0.0454	0.0050	0.1828	0.0145	0.0022	0.0001
Altura	0.1345	0.2607	0.2106	0.1349	0.6738	0.0822
Circunferência média do Braço	0.0188	0.0004	0.0188	0.0004	0.0000	0.0000
Circunferência da Coxa	0.6421	0.0799	0.6421	0.0799	0.0024	0.0025
Circunferência da Panturrilha	0.2115	0.4221	0.2115	0.4221	0.0252	0.0449
IMC	0.0972	0.0014	0.0972	0.0014	0.0271	0.0000

Consolidando esta análise estão as distribuições em gráficos boxplot que mostram uma distribuição homogênea, principalmente, quando se analisa os quartis (Figura 12, Figura 13, Figura 14). Alterações pouco significativas estatisticamente estão presentes nas medidas das variáveis circunferência média do braço (Figura 14(d)) e na circunferência da panturrilha (Figura 14(e)). Por fim, os histogramas mostrados nas Figura 15, Figura 16, e Figura 17, estão em sintonia com as análises dos resultados anteriores. Os histogramas da amostra masculina são graficamente caracterizados por perfil de distribuição normal, exceto pela circunferência média do braço que se apresenta como característica bimodal, enquanto a distribuição de IMC apresenta um *skew* (Figura 15). Por sua vez, os histogramas da amostra feminina são graficamente na sua maioria caracterizados por distribuição normal, exceto pelas medidas das variáveis circunferência média do braço, circunferência da coxa, e IMC que apresentam um *skew* (Figura 16). Para a análise do histograma da população amostral total tem-se como resultante uma equivalência ao grupo amostral masculino (Figura 17).

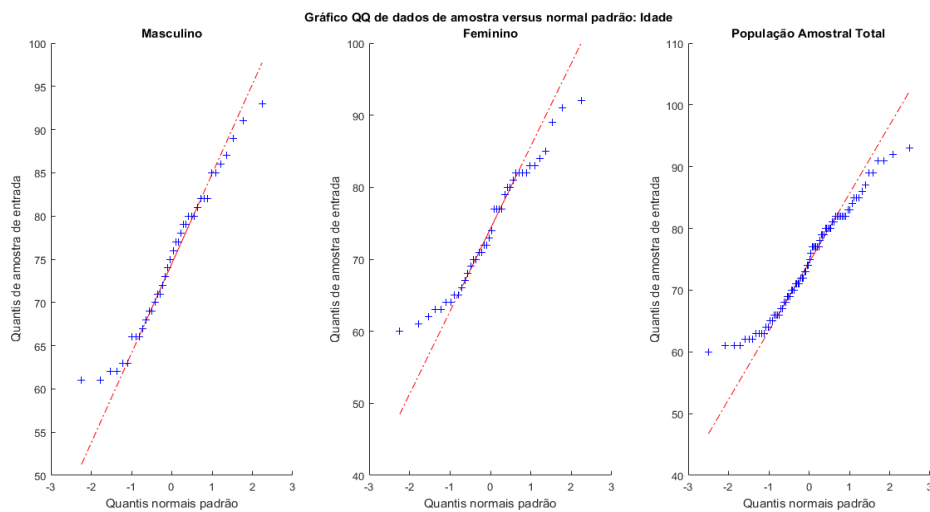


Figura 5- Gráfico QQ para Idade: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina.

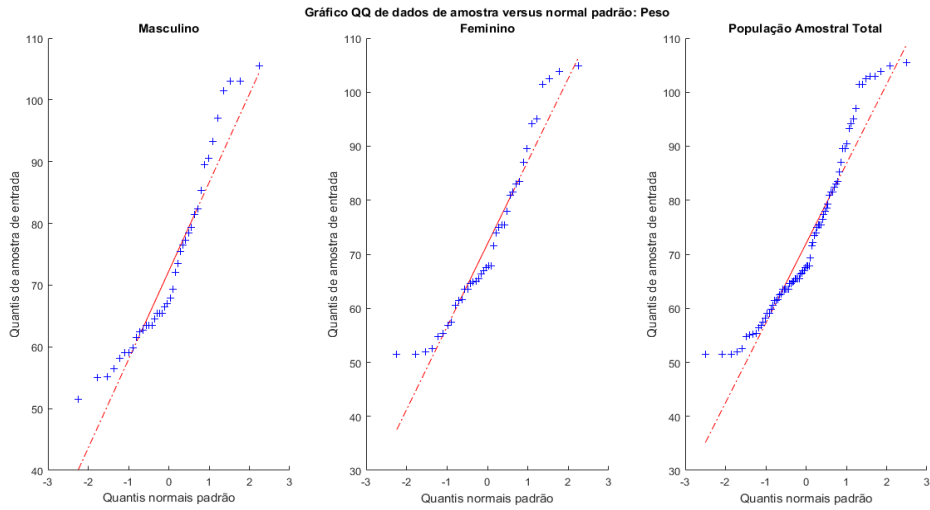


Figura 6 - Gráfico QQ para Peso: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina

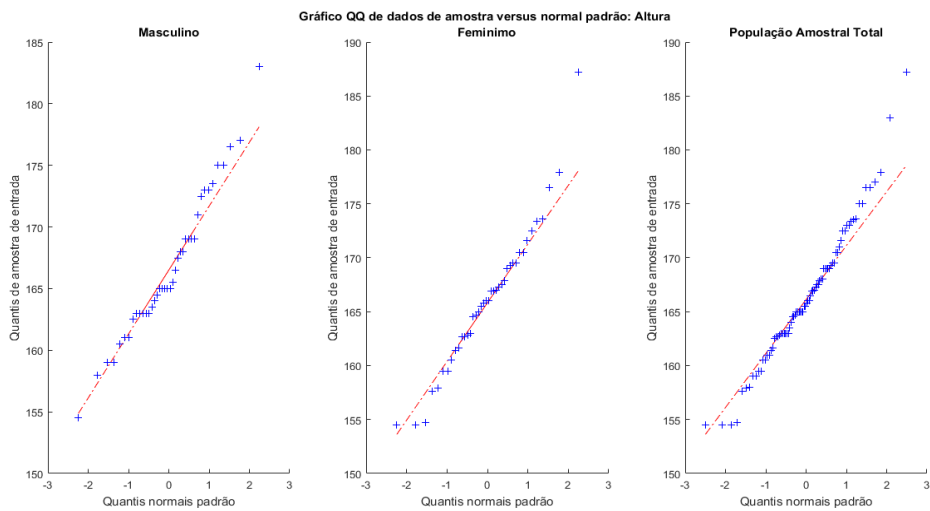


Figura 7 - Gráfico QQ para Altura: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina

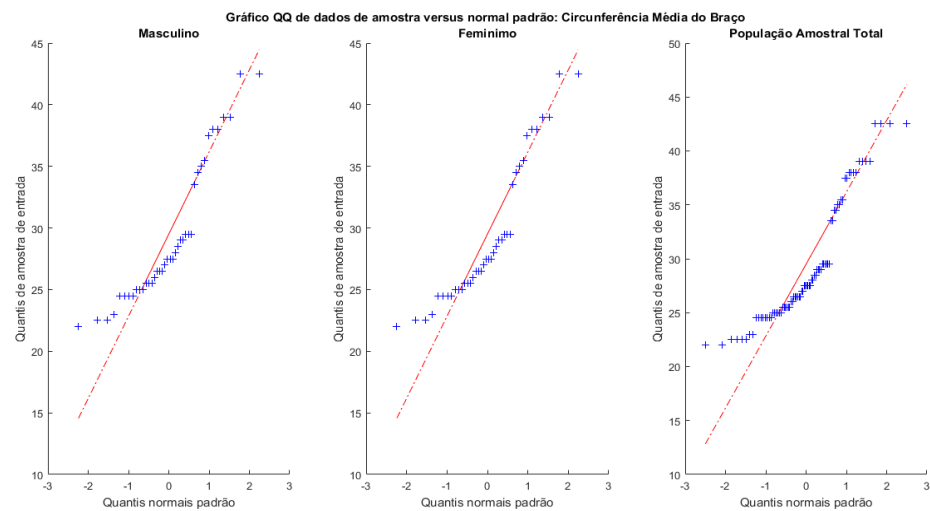


Figura 8 - Gráfico QQ para Circunferência Média Braço: Distribuição não Normal: População Masculina e Feminina

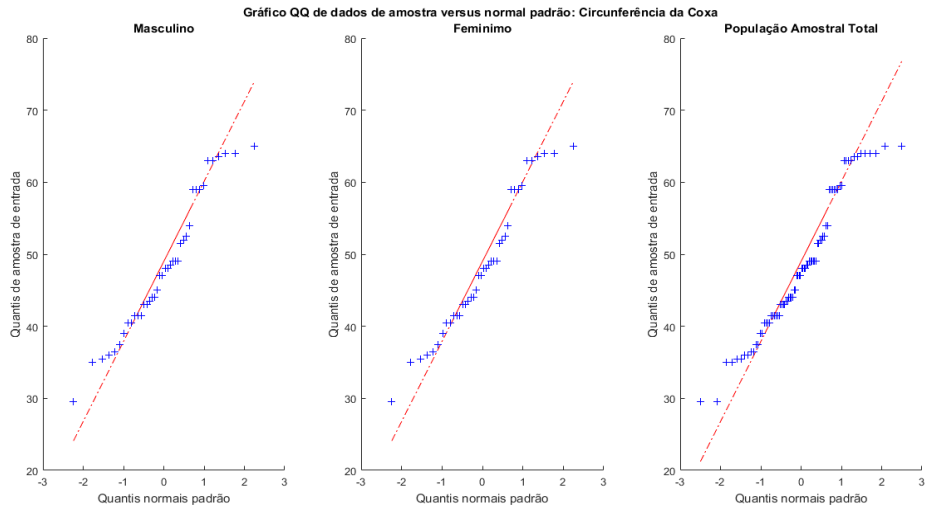


Figura 9 - Gráfico QQ para Circunferência da Coxa: Distribuição Normal: População Masculina e Feminina

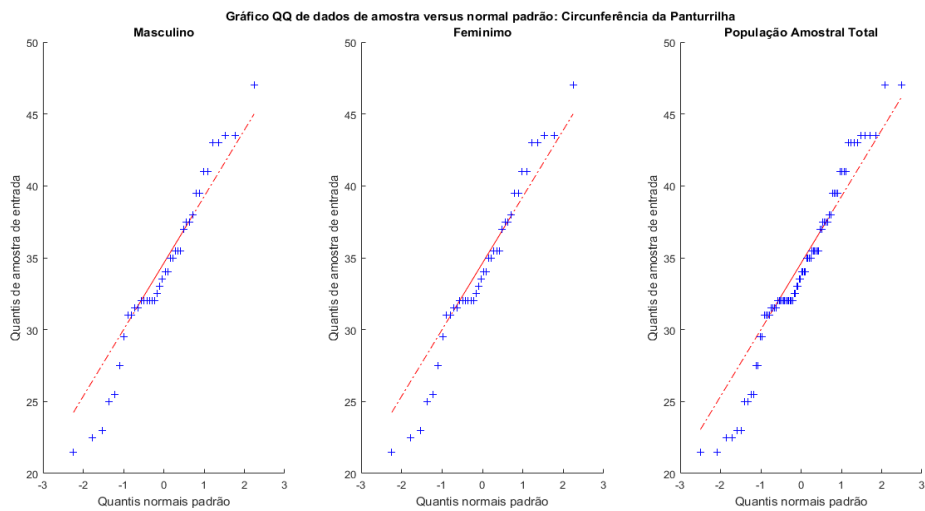


Figura 10 - Gráfico QQ para Circunferência Panturrilha: Distribuição não Normal: População Masculina e Feminina

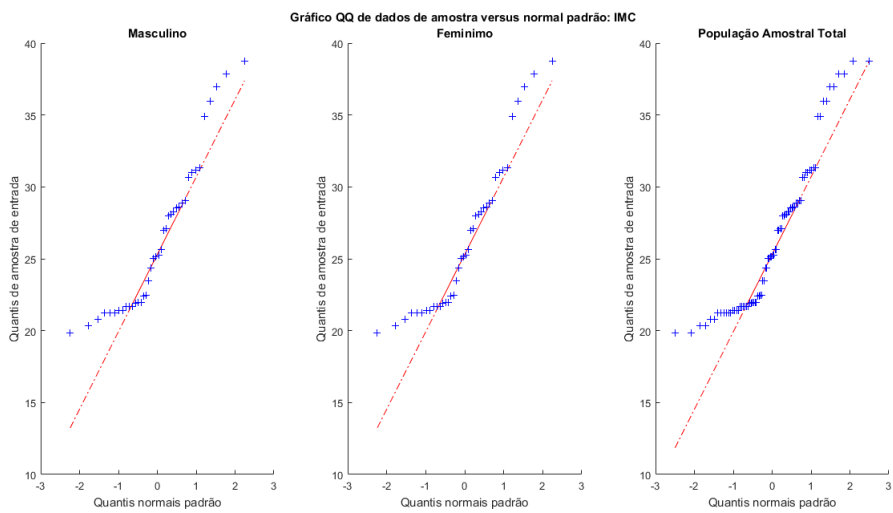


Figura 11 - Gráfico QQ para IMC: Distribuição "quase" Normal.

Caracterização da Amostra: Dados Demográficos

O resultado da análise da idade apresenta distribuição normal ($p\text{-valor} > 0,05$). A média e σ da idade foi $75,0 \pm 8,87$ anos para os homens e $74,3 \pm 8,77$ anos para as mulheres. Para a população amostral tem-se média e σ da idade de $74,64 \pm 8,77$. Os dados de idade da amostra segundo o sexo e população amostral total são descritos na Tabela 6. Para a população amostral total a idade mínima é de 60 anos e idade máxima, de 93 anos. Por sua vez, a média e mediana (Q2) possuem valores bem próximos daqueles valores para os dados relacionados aos sexos masculino e feminino, indicando que a amostra tem um comportamento etário homogêneo, conforme pode ser verificado também na Figura 12.

Tabela 6 - Dados da Amostra Idade segundo o Sexo Masculino (N = 40), Feminino (N = 40)

	Idade (anos)							
	N	Média	Mínimo	Máximo	σ	Q1	Q2	Q3
Masculino	40	74,95	61	93	8,87	67,25	75,5	81,75
Feminino	40	74,33	60	92	8,77	66,25	73,5	82
População Amostral	80	74,64	60	93	8,77	67	74,5	82

σ – Desvio padrão

kg – Quilograma(s)

m – Metro(s)

Q1 – Quartil 1 - separa os 25% valores iniciais dos demais

Q2 – Quartil 2 (Mediana) - separa os 50% valores iniciais dos demais

Q3 – Quartil 3 - separa os 75% valores iniciais dos demais

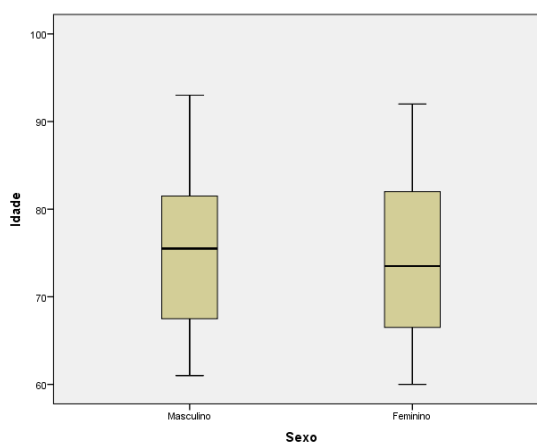
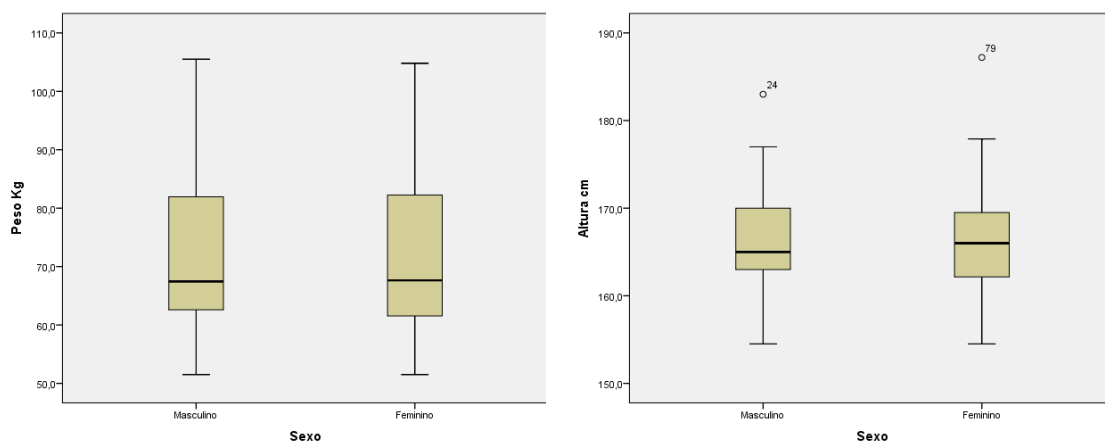


Figura 12 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres: Não existe diferença de idade entre homens e mulheres ($p\text{-valor} = 0,752$)

Caracterização da Amostra: Dados Antropométricos

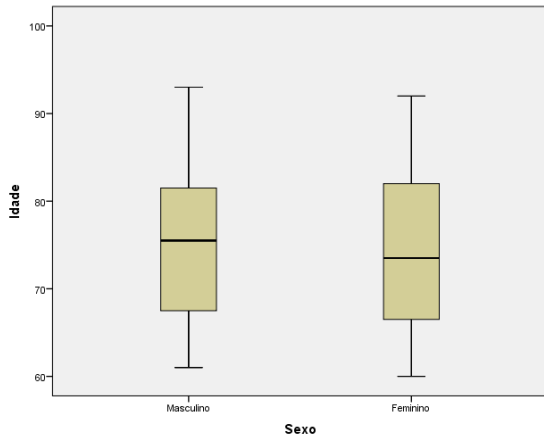
Quando se está interessado em analisar as variáveis antropométricas de estudo, o resultado do teste aponta que elas apresentam distribuição normal ($p\text{-valor} > 0,05$), enquanto a variável circunferência média do braço possui distribuição não normal ($p\text{-valor} < 0,05$) sendo apresentada na forma de mediana e quartis. De acordo com os resultados, é possível observar que o peso mínimo de 51,5 Kg e máximo de 105,5 Kg, assim como a média e mediana (Q2) possuem valores bem próximos indicando que a amostra tem um comportamento de peso homogêneo. A altura mínima é de 154 cm e máxima de 187 cm, com valor médio e mediana (Q2) caracterizado por valores próximos, também indicando que a amostra tem um comportamento de altura homogêneo. A circunferência média do braço mínimo é de 22 cm e máximo de 42,5 cm, enquanto a mediana (Q2) possui valores bem próximos indicando que a amostra tem um perfil homogêneo. Por sua vez, a variável circunferência da coxa é caracterizada por um valor mínimo de 29,5 cm e máximo de 67 cm, e a média e mediana (Q2) possuem valores bem próximos indicando que a amostra tem uma característica homogênea. Finalmente, a circunferência da panturrilha apresenta um valor mínimo de 21,5 cm e máximo de 47 cm, caracterizado por um valor de média e mediana (Q2) que possuem valores bem próximos igualmente indicando que a amostra tem um comportamento homogêneo.



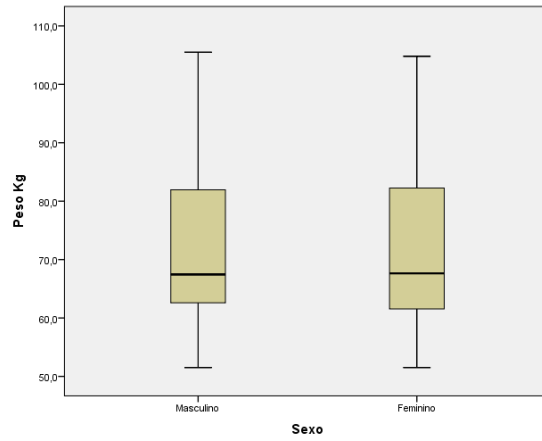
(a) p valor = 0,825. Não existe diferença de peso entre homens e mulheres.

(b) p valor = 0,676. Não existe diferença de altura entre homens e mulheres

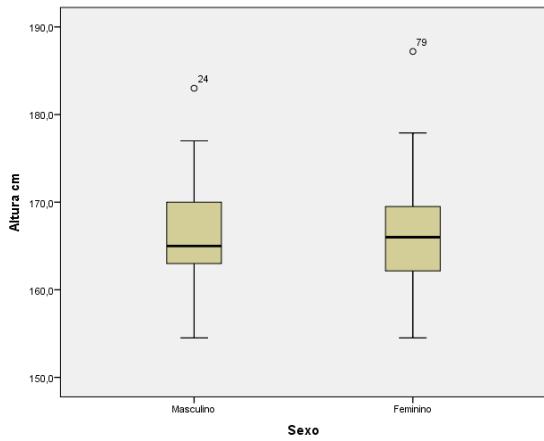
Figura 13 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres (Cont ...)



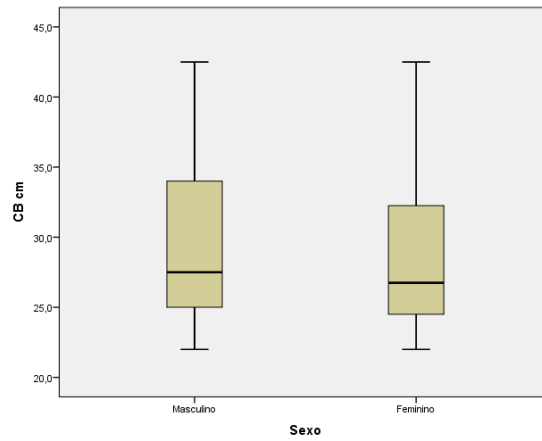
(a) p – valor = 0,752. Não existe diferença de idade entre homens e mulheres



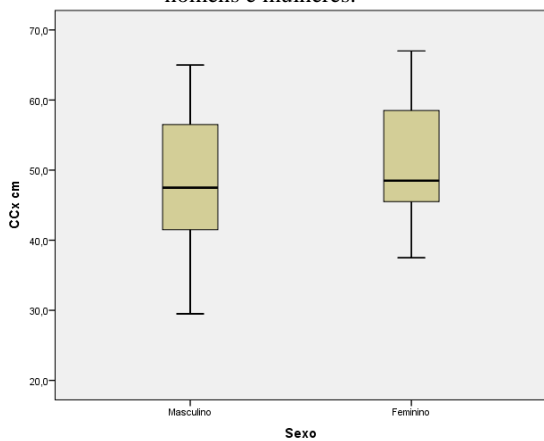
(b) p valor = 0,825. Não existe diferença de peso entre homens e mulheres.



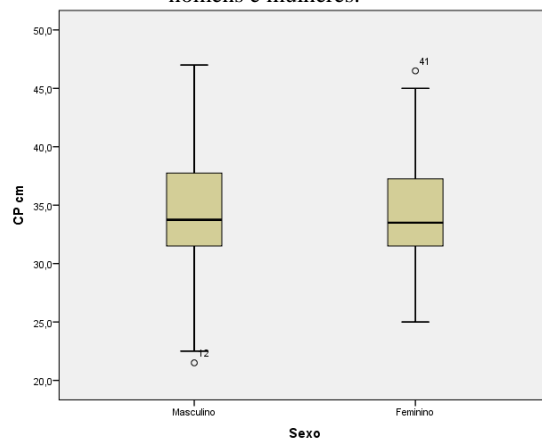
(c) p valor = 0,676. Não existe diferença de altura entre homens e mulheres.



(d) p valor = 0,650. Não existe diferença de CMB entre homens e mulheres.



(e) p valor = 0,118. Não existe diferença de CCx entre homens e mulheres.



(f) p valor = 0,893. Não existe diferença de CP entre homens e mulheres.

Figura 14 - Resultados da Análise Estatística para Teste de Comparação entre Homens e Mulheres (Continuação)

Mesmo quando se compara a média e a mediana das variáveis antropométricas, de maneira geral, elas se caracterizam por serem aproximadamente equivalentes, enquanto o peso é caracterizado por um viés. A média e σ do peso foi $73,21 \pm 15,02$ kg para os homens e $72,39 \pm 15,50$ kg para as mulheres. A média e σ da altura foi $1,67 \pm 0,06$ m para os homens e $1,66 \pm 0,07$ m para as mulheres. A média e σ da circunferência média do braço é dada por $29,3 \pm 5,77$ para homens e $28,9 \pm 5,66$ para as mulheres. A variável indireta antropométrica do IMC apresenta média e σ de $26,3 \pm 5,30$ para os homens e $26,2 \pm 5,46$ para as mulheres. O resumo das variáveis segundo o sexo é descrito na Tabela 7.

Em resumo, os valores estatísticos entre os distintos grupos de trabalho masculino, feminino e de ambos os sexos não apresentam valores de diferença relevantes levando-se em consideração as variáveis de estudo, mostrando-se homogêneos. Adicionalmente, as medidas da circunferência das coxas no grupo feminino se destacam por ser a variável cuja média é caracterizada por uma pequena variação em oposição ao masculino atingindo o valor de 5,8%, e em relação à população amostral total com uma variação de 2,9%. Ao analisar os valores temáticos para esses grupos e variáveis, eles também são tecnicamente equivalentes. Nesse sentido, não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos de estudo.

Caracterização da Amostra: Correlação

Os coeficientes de correlação de Pearson, r , foram estimados para comparar as variáveis contínuas, quando aplicados nos grupos amostrais separados por homens e mulheres que se caracterizaram como distribuição normal. A análise dos dados relativos as medidas antropométricas de peso, altura, circunferência do braço, coxa, panturrilha, índice de massa corporal e quadrado da altura para compor as variáveis de avaliação do estado nutricional dos idosos empregando o coeficiente de correlação de Pearson é mostrada nas Figura 15, Figura 16, e Figura 17, respectivamente referindo-se às amostras masculinas, femininas, e todo a população amostral, para análise comparativa. É possível observar ainda os gráficos de dispersão dos dados entre as variáveis antropométricas estudadas para avaliação do estado nutricional.

Os gráficos da diagonal representam os histogramas de cada uma das variáveis, enquanto nos outros gráficos é realizada a análise cruzada – i.e., correlação - de cada uma das variáveis em relação às outras variáveis antropométricas mensuradas. Os gráficos dispostos na região triangular superior direita e região triangular inferior esquerda são simétricos, de tal forma que a análise pode ser realizada apenas em uma destas condições. Os coeficientes de Pearson para os três grupos masculino, feminino e da população amostral total são, respectivamente, resumidos na Tabela 8, para análise a fim compor o projeto do sistema difuso de avaliação nutricional.

Para este conjunto de dados de análise, os valores inferiores dos coeficientes de correlação a $r^{(.)} \leq 0,6$ são desconsiderados, pois não representam correlação estatística significativa considerados neste estudo. Os coeficientes de correlação na cor preta correspondem aos valores inferiores a $r < 0,6$, enquanto aqueles destacados em vermelho assumem valores maior ou equivalente a este ponto de corte, $r \geq 0,6$. Da mesma forma, a correlação entre Altura e Altura Quadrada, $r^{Altura} \times r^{Altura^2} \approx 1$, é desconsiderada, uma vez que representam informações assumidas equivalentes. As correlações significativas dos coeficientes de correlação estão destacadas em cinza e azul na Tabela 8, exceto pela correlação de CMB e circunferência da panturrilha cujos valores são menores ou iguais a 0,6, mas aqui destacadas devido à variação referente a três grupos de estudo, conforme descrito posteriormente. É importante enfatizar que apesar da correlação de peso e IMC atingir valores elevados, $r \approx 0,9$ para todos os três grupos de análise, eles também são descartados, uma vez que o índice de massa corporal é intrinsecamente determinado pelo peso calculado de maneira diretamente proporcional - ou seja, $IMC = P/A^2$ -, portanto, não apresentando informações adicionais. Por sua vez, os coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis IMC e CMB são mostrados na Tabela 9. Existe uma correlação significativa entre IMC e CMB em ambos os sexos. Para homens a correlação foi de 0,69 e para mulheres a correlação foi de 0,68. As correlações positivas indicam que os resultados têm a mesma tendência apesar da diferença nos valores.

Os coeficientes de correlação entre as variáveis antropométricas de peso e circunferência da panturrilha, peso e circunferência da coxa, peso e circunferência média do braço, circunferência média do braço e IMC, circunferência da coxa e circunferência da panturrilha, circunferência da coxa e IMC, e circunferência da panturrilha e IMC

apresentam coeficiente de correlação com valores superiores, $r^{(1)} \approx 0,7$, como destacado em cinza e azul na Tabela 8. Neste sentido, estas alternativas se mostram promissoras para uma melhor avaliação do estado nutricional de idosos.

Tabela 7 - Dados da Amostra segundo o Sexo Masculino (N = 40)

		Média	Mínimo	Máximo	σ	Q1	Q2	Q3
Masculino (N = 40)	Peso (kg)	73,21	51,5	105,5	15,02	62,55	67,45	82,2
	Altura (m)	1,67	1,55	1,83	0,06	1,63	1,65	1,7
	CMB (cm)	29,31	22	42,5	5,77	25,0	27,5	34,3
	CCx (cm)	48,29	29,5	42,5	9,55	41,5	47,5	57,8
	CP (cm)	34,15	21,5	47	6,01	31,5	33,8	37,9
	IMC	26,3	19,8	38,8	5,30	21,67	25,18	28,9
Feminina (N = 40)	Peso (kg)	72,39	51,5	104,8	15,50	61,52	67,65	82,6
	Altura (m)	1,66	1,55	1,87	0,06	1,62	1,66	1,69
	CMB (cm)	28,86	22	42,5	5,66	24,5	26,75	32,6
	CCx (cm)	51,28	37,5	67	7,89	45,5	48,5	59,0
	CP (cm)	34,45	25	46,5	5,07	31,5	33,5	37,4
	IMC	26,23	18,6	38	5,46	21,1	25,5	29,1
Total (N = 80)	Peso (kg)	72,79	51,5	105,5	15,17	61,83	67,65	82,18
	Altura (m)	1,66,42	1,54,5	1,87,2	6,26	1,62,73	1,65,65	1,69,50
	CMB (cm)	29,09	22,0	42,5	5,68	24,63	27,00	33,38
	CCx (cm)	49,78	29,5	67,0	8,84	43,50	48,00	58,63
	CP (cm)	34,30	21,5	47,0	5,53	31,50	33,50	37,50
	IMC	26,29	18,61	38,77	5,34	23,24	25,53	29,4

σ – Desvio padrão

kg – Quilograma(s)

m – Metro(s)

Q1 – Quartil 1 - separa os 25% valores iniciais dos demais

Q2 – Quartil 2 - separa os 50% valores iniciais dos demais → Equivalente à Mediana

Q3 – Quartil 3 - separa os 75% valores iniciais dos demais

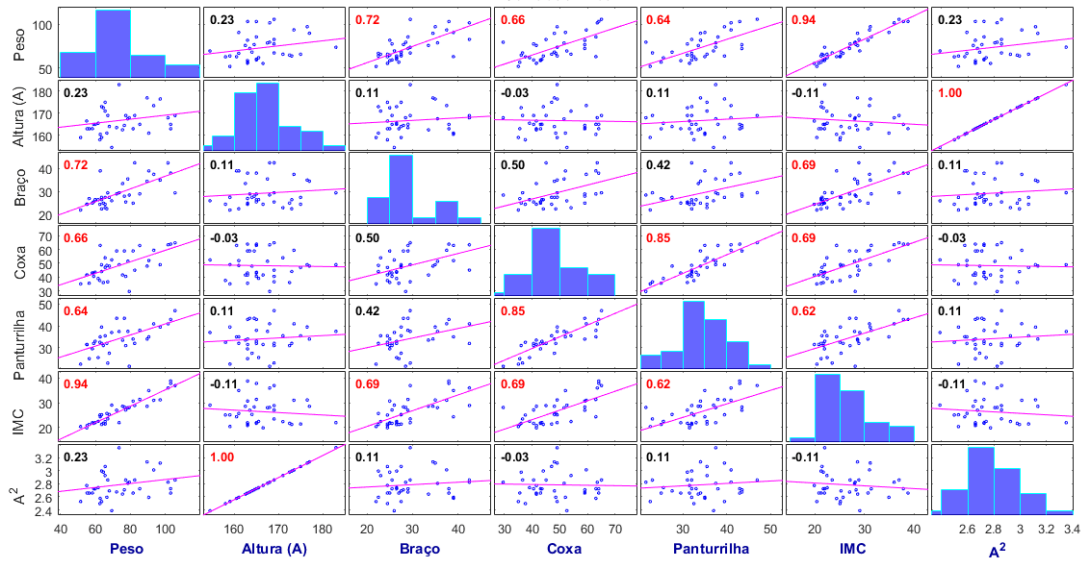


Figura 15 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Correlação Amostra Masculina

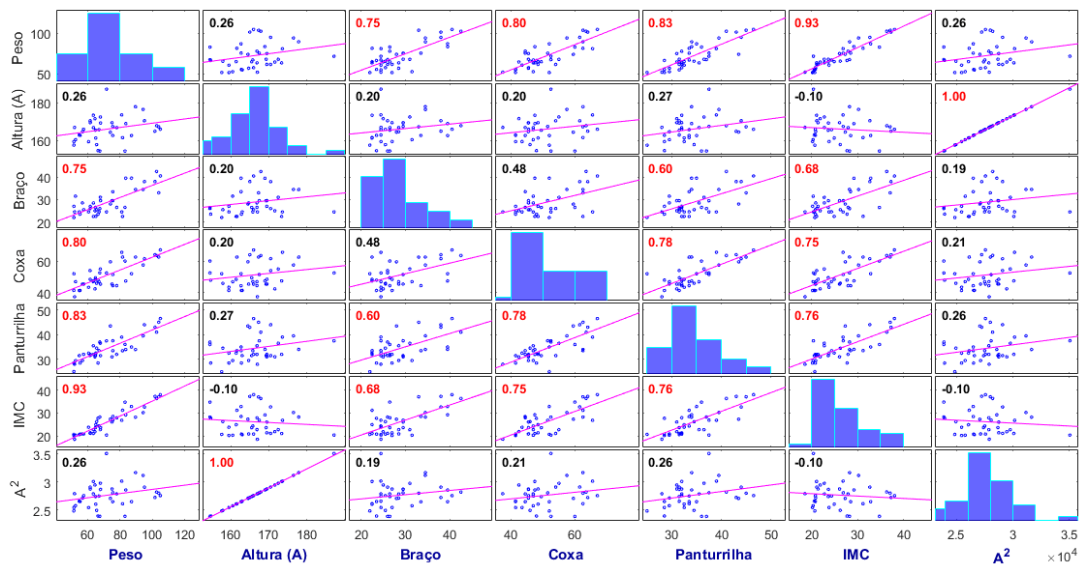


Figura 16 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Correlação Amostra Feminina

Em contrapartida este estudo destaca que o IMC, assim como os critérios derivados exclusivamente deste componente (Tabela 3), considerado o critério mais empregado na prática clínica para avaliação do estado nutricional em idosos tem seu espaço bidimensional de avaliação nutricional caracterizado por uma correlação entre o peso e a altura elevada ao quadrado, $P \times A^2$, para a amostra masculina de $r^{\text{Masculino}} = 0,2$, e para a amostra feminina de $r^{\text{Feminino}} = 0,2$, como destacado em vermelho na Tabela 8.

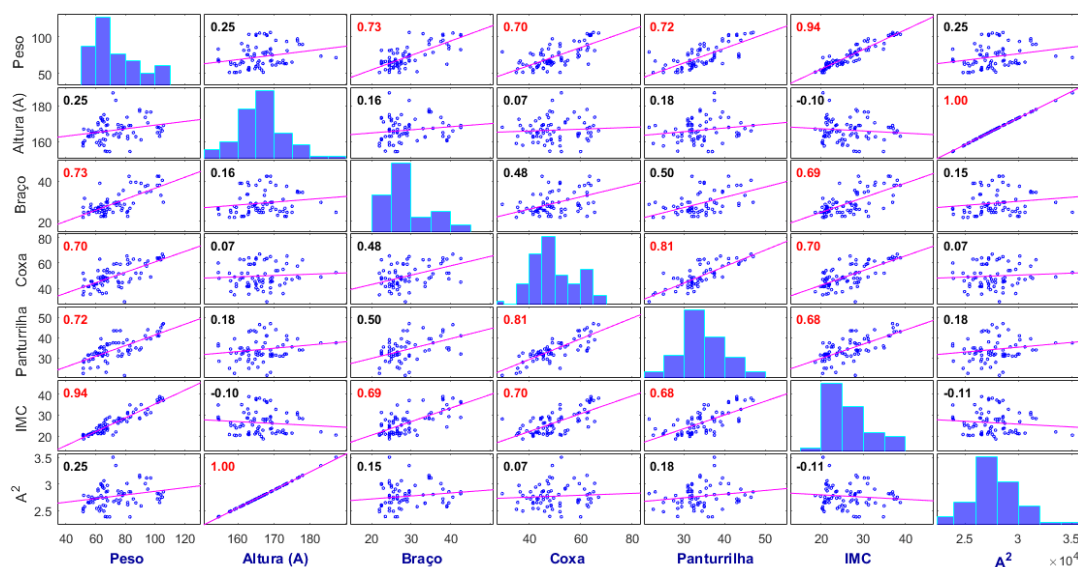


Figura 17 - Análise de Correlação e Coeficiente de Pearson e Gráficos de Dispersão e Histograma: Total da Amostra Coletada

Diferenças significativas de variabilidade entre os grupos de estudo correspondem à cor cinza na Tabela 8. Como é possível observar, a correlação de peso e circunferência da coxa apresenta variação no grupo feminino em comparação ao masculino atingindo uma variação de 17%, e em relação a ambos os sexos atinge uma variação de 12,5%. Tal característica pode estar associada à diferença nas medidas de coxa encontradas quando o grupo feminino alcançou e variação de 5,8%. Outra correlação que apresenta mudanças de um grupo para outro diz respeito à correlação de peso e circunferência da panturrilha que atinge uma variação ainda maior de 22,89%, e, em relação a ambos os sexos, atinge uma diferença de = 13,3%. Por sua vez, a variação entre a circunferência da panturrilha e IMC assume valor de 18,43%. Um outro destaque é a variação de 30% intergrupo masculino e feminino obtida pela CMB e circunferência da panturrilha. Nesse sentido, ao utilizar as variáveis que compõem o espaço bidimensional $\text{Peso} \times \text{CCx}$, $\text{Peso} \times \text{CP}$, ou $\text{IMC} \times \text{CP}$ para avaliação nutricional deve ser levados em consideração estas variações ao se considerar o sexo masculino, feminino e toda a população amostrada, uma vez que o uso conjunto dos mesmos pode afetar o resultado do estado nutricional de idosos. Todas essas variações de correlação apresentam uma diferença significativa intergrupos, principalmente no que se refere à amostra feminina ser maior em ambos os grupos masculino e população total amostrada. Ao fazer isso, essas variáveis, quando empregadas em conjunto, afetam o resultado, sendo, portanto, uma avaliação dependente

do sexo. Além disso, pode-se destacar que essas grandes variações de correlação correspondem a variáveis relativas aos membros inferiores juntamente com o peso - ou seja, Peso \times CCx, Peso \times CP, Peso \times IMC (\propto peso) -, fazendo com que o grupo feminino apresente uma interdependência entre essas duas variáveis. Em contraste com o grupo masculino, que é melhor descrito por apresentar distribuição de gordura androide principalmente ao redor do tronco e parte superior do corpo, o grupo feminino é caracterizado pela distribuição de gordura ginoide cuja concentração de gordura está em torno dos quadris, coxas e nádegas. Esta estrutura humana de sexo tão distinto no grupo feminino pode explicar não apenas a diferença no valor médio da variável da coxa (Tabela 7), mas a divergência na variação da correlação neste grupo de variáveis antropométricas.

Tabela 8 - Coeficiente de Pearson e seleção de variáveis (sexo masculino, feminino e população total amostrada)

	Masculino		Feminino		Δ M-F	População Total Amostral	
Peso \times Altura (A)	0,23		0,26			0,25,25	
Peso \times CMB	0,72	√	0,75	√	4%	0,73	√
Peso \times Coxa	0,66	√	0,80	√	17%	0,70	√
Peso \times Panturrilha	0,64	√	0,83	√	22,89%	0,72	√
Peso \times IMC	0,94	\times	0,93	\times		0,94	\times
Peso \times A ²	0,23		0,26			0,25	
Altura \times CMB	0,11		0,20			0,16	
Altura \times Coxa	0,03		0,20			0,07	
Altura \times Panturrilha	0,11		0,27			0,18	
Altura \times IMC	-0,11		-0,10			- 0,10	
Altura \times A ²	\approx 1	\times	\approx 1	\times		\approx 1	\times
CMB \times Coxa	0,50		0,48			0,48	
CMB \times Panturrilha	0,42		0,60		30%	0,50	
CMB \times IMC	0,69	√	0,68	√	1,44%	0,69	√
CMB \times A ²	0,11		0,19			0,15	
Coxa \times Panturrilha	0,85	√	0,78	√	8,23%	0,81	√
Coxa \times IMC	0,69	√	0,75	√	8%	0,70	√
Coxa \times A ²	-0,03		0,21			0,07	
Panturrilha \times IMC	0,62	√	0,76	√	18,43%	0,68	√
Panturrilha \times A ²	0,11		0,26			0,18	
IMC \times A ²	-0,11		-0,10			- 0,1	

Tabela 9 - Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Spearman entre IMC e CMB

	Homens (N = 40)	Mulheres (N = 40)
Correlação de Spearman	0,693	0,678
Sig (2-tailed)	<0,001	<0,001

Em contraste, os coeficientes de correlação que apresentam pouca variabilidade são compostos pelas variáveis circunferência média do braço e IMC com valor de 1,44%, peso e circunferência média do braço com valor de 4%, circunferência da coxa e IMC de 8%, e circunferência da coxa e circunferência da panturrilha com 8,23%. As variáveis peso e circunferência média do braço (Peso \times CMB), ou CMB e IMC (CMB \times IMC (\propto weight)), tanto da circunferência da coxa quanto da panturrilha (CCx \times CP), ou ainda circunferência da coxa e IMC (CCx \times IMC (\propto peso)) podem ser empregados independente do grupo de estudo, uma vez que apresentam baixa variação do coeficiente de correlação. Devido à sua generalização, esse segundo conjunto de variáveis sugere ser uma seleção natural para produzir uma avaliação nutricional geral.

Vale ressaltar ainda que, embora a correlação de Peso e CMB seja maior que IMC e CMB, $r^{(\text{Peso} \times \text{CMB})} > r^{(\text{IMC} (\propto \text{Peso}) \times \text{CMB})}$, os valores podem ser considerados próximos para os três grupos de estudo. No entanto, o segundo sugere ser mais vantajoso, pois traz informações adicionais à análise nutricional, no que diz respeito à estatura dos indivíduos. Nesse sentido, o CMB e o IMC parecem sobrepor a correlação Peso e CMB por ser a melhor alternativa para compor as variáveis diagnósticas selecionadas para avaliar o estado nutricional de idosos. É importante observar que essas duas correlações antropométricas dizem respeito aos membros superiores (Braço). Outra interdependência cujo coeficiente de correlação pode ser considerado equivalente a esses dois anteriores, é a correlação de circunferência da coxa e IMC para o sexo masculino, feminino e ambos os sexos do estudo. Embora o coeficiente de correlação para Peso e CMB seja relativamente maior, mas continuando a utilizar a medida da estatura como uma variável que introduz complexidade adicional e enriquece a análise nutricional dos idosos, o IMC seria preferível sem prejuízo da generalidade para todo o grupo de estudo, $r^{(\text{IMC} (\propto \text{Peso}) \times \text{CMB})} \approx r^{(\text{IMC} (\propto \text{Peso}) \times \text{CMB})}$. Nesse sentido, eles podem ser empregados indistintamente, exceto pelo

fato de o primeiro se referir aos membros inferiores e o segundo se referir aos membros superiores. Tal característica pode, no entanto, levar em consideração questões sociais ou sexuais, uma vez que lidar com a medida da circunferência do braço médio do membro superior pode ser considerado menos invasivo do que a medida da coxa tanto para o paciente quanto para o profissional de saúde. Por sua vez, a correlação de coxa e panturrilha apresenta a maior interdependência e seria preferível sobre os outros coeficientes de correlação para os grupos masculino, feminino e população amostral total. No entanto, estes resultados carregam duas importantes análises. O primeiro refere-se ao fato de ambos incidirem sobre os membros inferiores que podem ser questionados por não levarem em consideração regiões distintas do corpo, nem por se referir às mais elementares medidas antropométricas de massa, diretamente pelo peso ou indiretamente pelo IMC. A segunda questão também diz respeito novamente à interpretação social ou sexual de invasão de privacidade.

Desta forma, os resultados anteriores apontam as variáveis circunferência média do braço e IMC como as variáveis elegíveis para o projeto do sistema difuso para avaliação do estado nutricional de idosos.

Modelagem da Amostra: Regressão Linear

O objetivo da análise de regressão é tentar explicar o comportamento de uma variável a partir de um conjunto de outras. Os resultados da modelagem baseada na regressão linear também compõem os respectivos gráficos representados pela cor magenta nas Figura 15, Figura 16, e Figura 17. Considerando estas duas variáveis de entrada apenas, os gráficos de dispersão são destacados na Figura 18, separados por dados da amostra masculina (Figura 18(a)), amostra feminina (Figura 18(b)) e, amostra da população total (Figura 18 (c)). A distribuição de dados mostra igualmente sobreposta, reforçando os dados e análises anteriores no qual os dados coletados apresentam características homogêneas.

A fim de destacar ainda a análise destas duas variáveis segundo o sexo, os modelos baseados em regressão linear (Figura 18). As equações lineares para o modelo de

regressão linear masculino são dadas por:

$$y_{IMC} = 0,64 x_{BMC} + 7,7 \quad (4)$$

enquanto para o modelo de regressão linear feminino é dado por:

$$y_{IMC} = 0,65 x_{BMC} + 7,3 \quad (5)$$

e para o modelo de regressão linear população amostral total é dado por:

$$y_{IMC} = 0,64 x_{BMC} + 7,5 \quad (6)$$

Vale ressaltar que tanto o parâmetro de inclinação, a , e o parâmetro em que a regressão linear corta o eixo da saída, b , na expressão matemática geral, $y = ax + b$, apresentam características aproximadamente equivalentes, i.e., $a = 0,64 \approx 0,65$ assim como $b \approx 7,5 \approx 7,3 \approx 7,4$. Neste sentido, as equações lineares podem ser consideradas homogêneas, reiterando as análises anteriores em que não são apresentadas discrepâncias entre os grupos de análise masculino, feminino, e grupo total amostral.

Adicionalmente, foi realizado o modelo linear onde IMC é a variável dependente e Idade, Sexo, CMB, CCx e CP são as variáveis independentes, que tentarão explicar o comportamento do IMC. Foram significativas (p -valor menor ou igual a 0,05) apenas as variáveis CMB e CCx, ou seja, as demais variáveis não são úteis ao modelo de previsão do IMC. Estes resultados corroboram a análise realizada pelo coeficiente de correlação.

Os resultados para o modelo de regressão linear simples adequado com as variáveis significativas em destaque na Tabela 10 (que compõe o projeto do sistema difuso para avaliação do estado nutricional) é mostrado na

Tabela 11.

Tabela 10 - Modelo de Regressão Linear Simples

	B	t	p valor
Constante	-5,563	-1,330	0,188
Idade	0,048	1,143	0,257
Sexo	-,602	-,814	0,418
CMB cm	0,399	5,421	0,000
CCx cm	0,216	2,931	0,004
CP cm	0,182	1,549	0,126

Variável dependente = IMC

R² ajustado = 64,7%; p valor do modelo = 0,000

Tabela 11 - Modelo de Regressão Linear Simples Variáveis Seleccionadas

	B	t	p valor
Constante	-0,713	-0,311	0,757
CMB cm	0,429	5,950	0,000
CCx cm	0,292	6,298	0,000

Variável dependente = IMC

R2 ajustado = 64,1%; p valor do modelo = 0,000

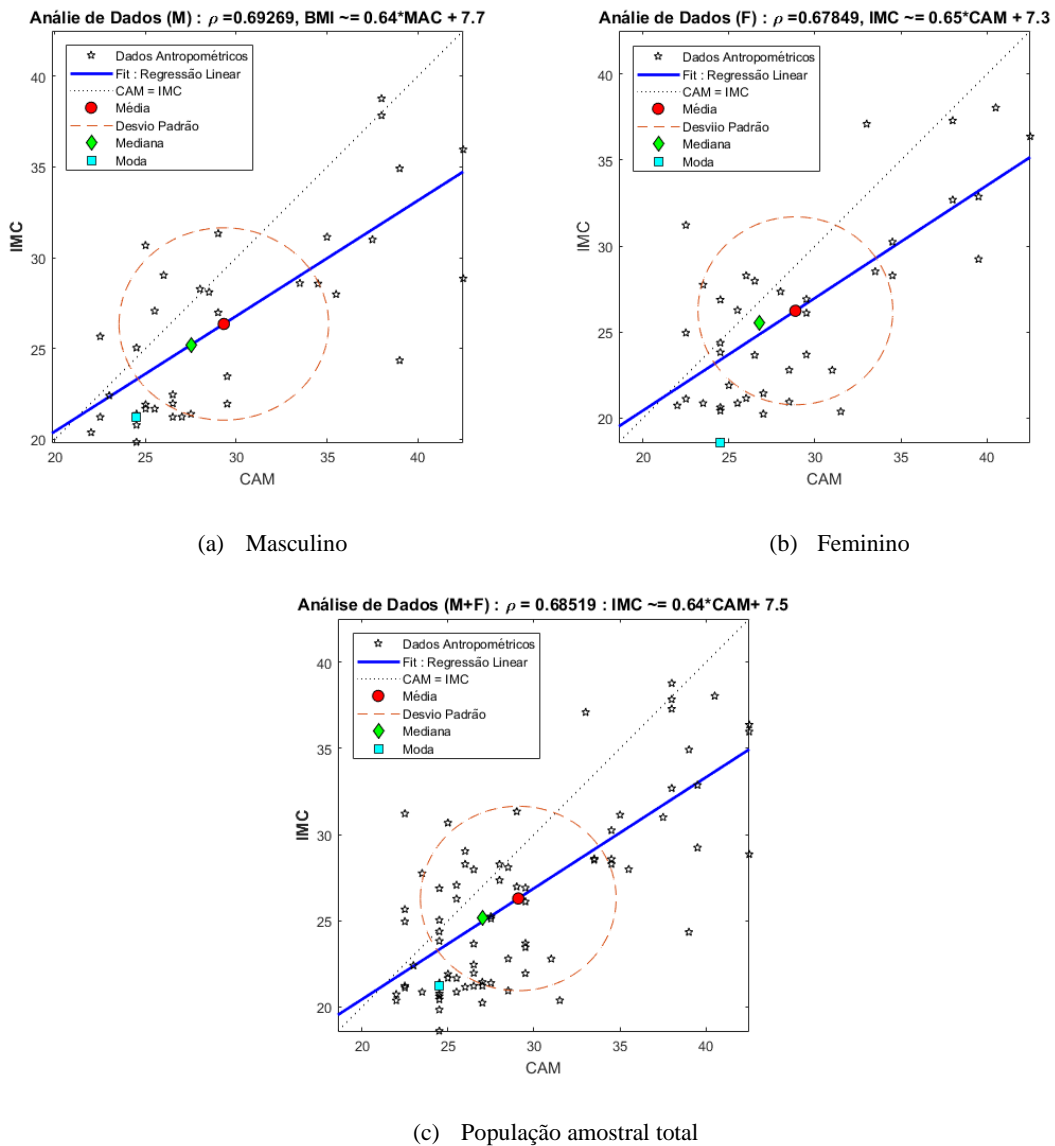


Figura 18 - Distribuição, Análise de Tendência, Coeficiente de Correlação de Pearson, e Regressão Linear para as Variáveis que compõem o Sistema difuso Projetado.

De acordo com os resultados obtidos, o valor de R2 ajustado indica que 64,1% da variabilidade presente no IMC é explicado pela circunferência média do braço e a circunferência da coxa, ou seja, cerca de 46% do comportamento de IMC ou tem um efeito aleatório ou deve ser atribuído a outras variáveis não testadas aqui nesse trabalho. Adicionalmente, é possível observar que a circunferência média do braço e a circunferência da coxa tem uma influência direta sobre o IMC, de tal forma que um aumento nessas medidas gera um aumento no IMC.

Desta forma, a fim de melhor representar o estado nutricional do idoso, neste trabalho as variáveis IMC e CMB são agregadas pelo conectivo lógico de conjunção que, por sua vez, são, então, mapeadas na avaliação nutricional antropométrica de idosos pelo uso da lógica difusa, conforme destacado no diagrama do sistema difuso proposto mostrado na Figura 19

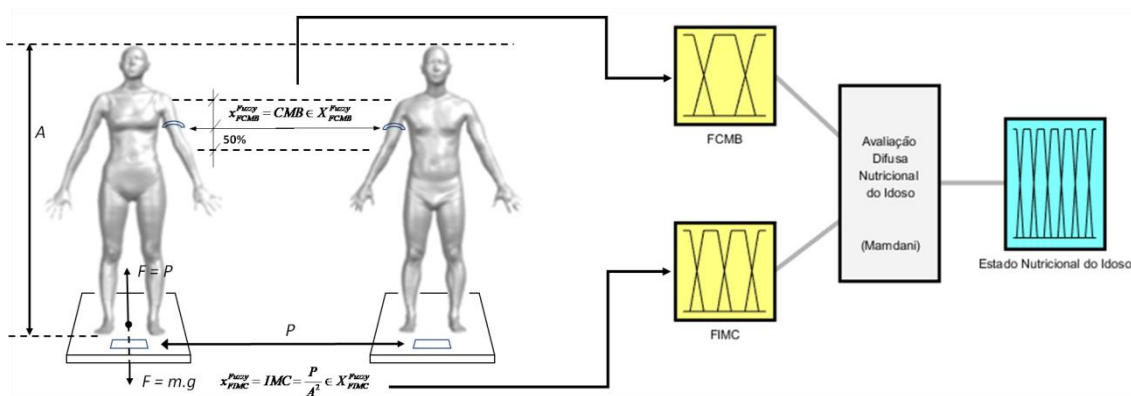


Figura 19 - Sistema difuso para avaliação de estado nutricional em idosos empregando as variáveis diagnósticas de IMC e circunferência média do braço (CMB)

5.2 Análise do Sistema Difuso Resultante

No projeto do sistema difuso de avaliação do estado nutricional de idosos as variáveis de linguísticas de entrada são particionadas por conjuntos difusos. A circunferência média do braço e o índice de massa corporal são atualmente estratificados ao se empregar a teoria dos conjuntos clássicos (aristotélicos), em que os valores pertencem a um conjunto,

ou não, enquanto nas estratificações dadas pela circunferência média do braço difusa (FCMB) e o índice de massa corporal difuso (FIMC) propostos usam a teoria de conjuntos difusos. Dessa forma, os indivíduos podem ser classificados simultaneamente em uma ou mais categorias com graus de compatibilidade mais realistas com a prática clínica quando comparados aos índices com classificação booleana, como habitualmente utilizados.

Índice de massa corporal difuso (FIMC)

O índice de massa corporal difusa empregado aqui é derivado do FIMC modificado pela primeira vez para compor o Índice Miyahira-Araujo Fuzzy Obesity Index (MAFOI), que adapta as classes *crisp* adotadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para conjuntos difusos ⁽¹⁹⁷⁾. De acordo com o FIMC, a fuzzificação dos conjuntos *crisp* de entrada que particionam o universo do discurso é dada na Figura 20(b). Como há uma relevância para o estado nutricional, os subconjuntos difusos que compõem a variável linguística de entrada são particionados pelos seguintes termos linguísticos $T_{FIMC} = \{Magro, Normal, Sobrepeso, Obesidade\}$, dentro do intervalo de $X_{FIMC} = [10,40]$. O conjunto de termos para X_{FIMC} é $M_{Magro}^{FIMC} = \langle 10, 10, 12.4, 17.4 \rangle$, $M_{Normal}^{FIMC} = \langle 12.4, 17.4, 22.4, 27.4 \rangle$, $M_{Sobrepeso}^{FIMC} = \langle 22.4, 27.4, 32.4, 37.4 \rangle$, e $M_{Obesidade}^{FIMC} = \langle 32.4, 37.4, 40, 40 \rangle$.

Circunferência Média do Braço Difusa (FCMB)

A variável de entrada da circunferência intermediária do braço difusa é derivada da abordagem CMB clássica, cujas partições são atribuídas aos termos linguísticos $T_{FCMB} = \{Fino, Normal, Roliço\}$, distribuído no universo do discurso no intervalo $X_{FCMB} = [20, 50]$. O conjunto de termos para X_{FCMB} é $M_{Fino}^{FCMB} = \langle 20, 20, 23,75, 31,25 \rangle$, $M_{Normal}^{FCMB} = \langle 23,75, 31,25, 38,75, 46,25 \rangle$ e $M_{Roliço}^{FCMB} = \langle 38,75, 46,25, 50, 50 \rangle$ (Figura 20(a)).

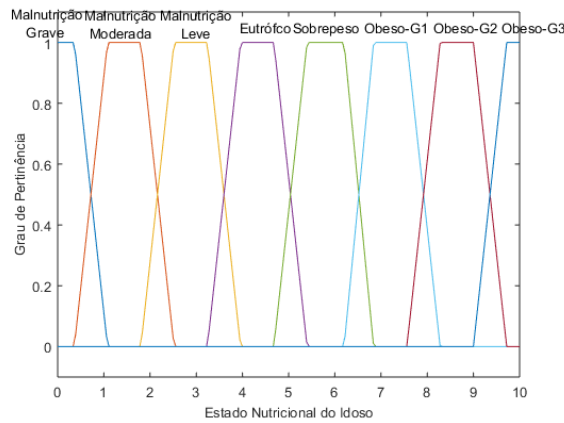
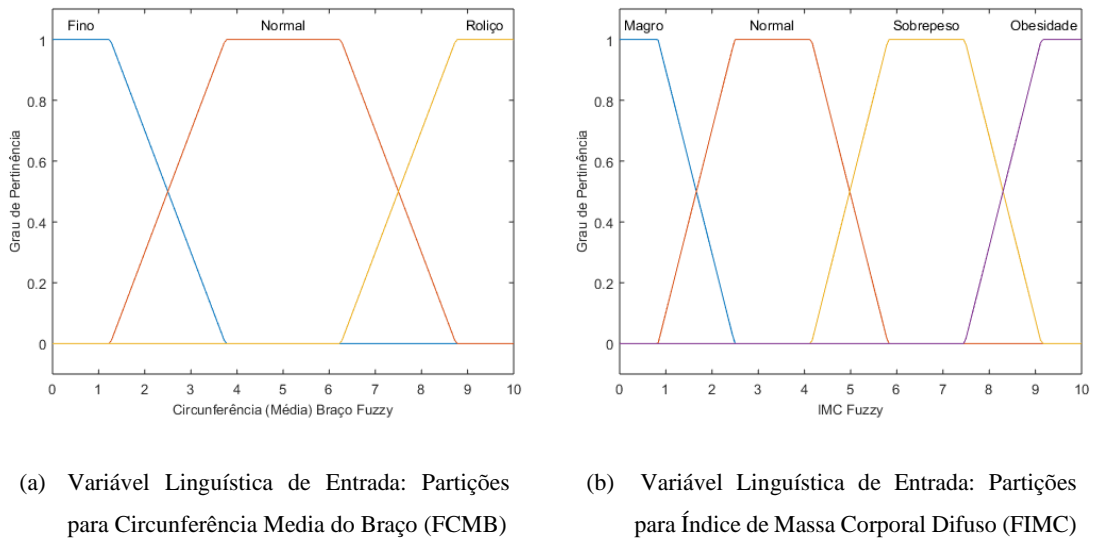


Figura 20 - Variável Linguística de diagnóstico de Saída e Termos Linguísticos

Variável Linguística de diagnóstico de Saída e Termos Linguísticos

A variável linguística de saída refere-se à avaliação do estado nutricional de idosos particionados por meio de oito conjuntos difusos, referentes aos termos linguísticos $T_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = \{Desnutrição\ Grave, Desnutrição\ Moderada, Desnutrição\ Leve, Eutrófico, Sobrepeso, Obeso\ Grau\ 1, Obeso\ Grau\ 2\}$ (Figura 20(c)). Neste trabalho, três alternativas de escala são exploradas com o objetivo de avaliar as diferenças e vantagens na abordagem cognitiva, ou seja, como facilitar o emprego de uma ou outra.

i) Escala de Intervalo Equivalente ao IMC [10,50]

O intervalo pode, portanto, ser atribuído de forma equivalente ao intervalo clássico de IMC, $X_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [10, 50]$, resultando em $N_{\text{Desnutrição-Grave}} = \langle 10, 10, 11.7, 14.9 \setminus \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Moderada}} = \langle 11.7, 14.9, 18.3, 21.6 \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Leve}} = \langle 18.3, 21.6, 24.9, 28.3 \rangle$, $N_{\text{Eutrófico}} = \langle 24.9, 28.3, 31.6, 34.9 \rangle$, $N_{\text{Sobrepeso}} = \langle 31.6, 34.9, 38.3, 41.6 \rangle$, $N_{\text{Obeso-1}} = \langle 38.3, 41.6, 44.9, 48.3 \rangle$, $N_{\text{Obeso-2}} = \langle 44.9, 48.3, 50, 50 \rangle$.

Quando interessado em usar o resultado quantitativo – ou seja, a pontuação -, tal faixa se beneficia ao permitir a comparação direta com o índice de massa corporal (Tabela 2), mas tem desvantagens por não permitir uma percepção imediata do estado de saúde do estado nutricional.

Tabela 4 – Avaliação nutricional de idosos Difusa CMB-IMC proposta

Classificação	Difusa CMB-IMC proposto*
Desnutrição	< 25,8
Grave	< 8,3
Moderada	11,4 a 20,0
Leve	17,2 a 25,8
Eutrófico	22,9 a 31,6
Sobrepeso	28,7 a 37,3
Obesidade	≥34,8
Grau I	34,8 a 43,1
Grau II	40,2 a 48,8

*Sobreposição de classes difusas

ii) Escala de Intervalo Normalizada [0,10]

Uma alternativa é lidar com um universo de discurso de saída normalizado, $X_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [0, 10]$, tomado levar em consideração que *Eutrófico* diz respeito a pontuações em torno $X_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 5$. Nesse cenário, o universo de saída do discurso é dividido em $N_{\text{Desnutrição-Grave}} = \langle 0, 0, 0.43, 1.23 \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Moderada}} = \langle 0.43, 1.23, 2.08, 2.9 \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Leve}} = \langle 2.08, 2.9, 3.73, 4.58 \rangle$, $N_{\text{Eutrófico}} = \langle 3.73, 4.58, 5.4, 6.23 \rangle$, $N_{\text{Sobrepeso}} = \langle 5.4, 6.23, 7.08, 7.9 \rangle$, $N_{\text{Obeso-1}} = \langle 7.08, 7.9, 8.73, 9.58 \rangle$, $N_{\text{Obeso-2}} = \langle 8.73, 9.58, 10, 10 \rangle$.

iii) Escala de Intervalo Simétrico [- 10,+10]

No entanto, ao invés de seguir uma escala positiva e crescente, parece que uma abordagem mais geral e intuitiva seria o universo do discurso variar de negativo a positivo, $X_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [-10, +10]$, de forma que desnutrição e obesidade assumem o mesmo grau de condições não saudáveis e a classificação *Eutrófica* está relacionada a pontuações em torno de $x_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 0$. Ao fazer isso, existem $N_{\text{Desnutrição-Grave}} = \langle -10, -10, -9,15, -7,55 \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Moderada}} = \langle -9,15, -7,55, -5,85, -4,2 \rangle$, $N_{\text{Desnutrição-Leve}} = \langle -5,85, -4,2, -2,55, -0,85 \rangle$, $N_{\text{Eutrófico}} = \langle -2,55, -0,85, 0,85, 2,55 \rangle$, $N_{\text{Sobrepeso}} = \langle 0,85, 2,55, 4,2, 5,85 \rangle$, $N_{\text{Obeso-1}} = \langle 4,2, 5,85, 7,55, 9,15 \rangle$, $N_{\text{Obeso-2}} = \langle 7,55, 9,15, 10,0, 10,0 \rangle$

O conjunto de 3-4 termos linguísticos que particionam os universos de entrada de diagnóstico do discurso produz um conjunto de 12 regiões difusas válidas em um espaço de premissa de entrada bidimensional. Cada região é mapeada nos termos linguísticos que particionam o grau do estado nutricional dos idosos, de acordo com um conjunto de regras de inferência difusa SE-ENTÃO.

Conjunto de Regras Difuso SE-ENTÃO Resultante

O conjunto de regras difuso SE-ENTÃO para avaliação nutricional de idosos baseado no IMC e na circunferência média do braço proposto neste trabalho (Figura 19) é dado por:

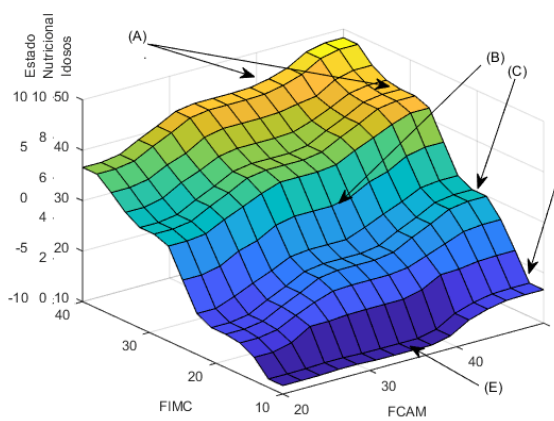
- R1. SE (FCMB é Magro) E (FIMC é Abaixo-Peso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Malnutrido-Grave)
 - R2. SE (FCMB é Magro) E (FIMC é Normal)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Malnutrido-Moderado)
 - R3. SE (FCMB é Magro) E (FIMC é Sobrepeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Eutrófico)
 - R4. SE (FCMB é Magro) E (FIMC é Obeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Sobrepeso)
 - R5. SE (FCMB é Nutrido (Normal)) E (FIMC é Abaixo-Peso)
- (7)

- ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Malnutrido-Grave)
- R6. SE (FCMB é Nutrido (Normal)) E (FIMC é Normal)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Malnutrido-Leve)
- R7. SE (FCMB é Nutrido (Normal)) E (FIMC é Sobrepeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Sobrepeso) '
- R8. SE (FCMB é Nutrido (Normal)) E (FIMC é Obeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Obeso1) '
- R9. SE (FCMB é Supernutrido (Obeso)) E (FIMC é Abaixo-Peso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Malnutrido-Moderado)
- R10. SE (FCMB é Supernutrido (Obeso)) E (FIMC é Normal)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Eutrófico)
- R11. SE (FCMB é Supernutrido (Obeso)) E (FIMC é Sobrepeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Obeso1)
- R12. SE (FCMB é Supernutrido (Obeso)) E (FIMC é Obeso)
ENTÃO (Estado-Nutricional-Idoso é Obeso2)

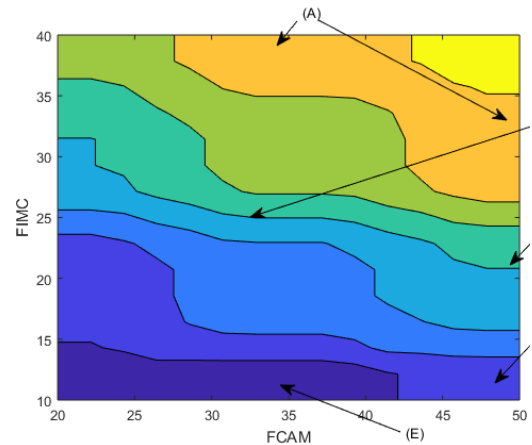
A base de conhecimento do sistema difuso é construída com dados da literatura. Funções de pertinência trapezoidais são empregadas para ilustrar a abordagem proposta. A fim de descobrir um mecanismo de classificação que leve em consideração a vantagem de método distinto já empregado, mas trabalhando em sinergia para suprimir sua desvantagem, aqui o CMB e o IMC são combinados usando os conjuntos difuso e a lógica difuso e formam as premissas relacionado ao antecedente da regra.

Superfície Difusa Resultante

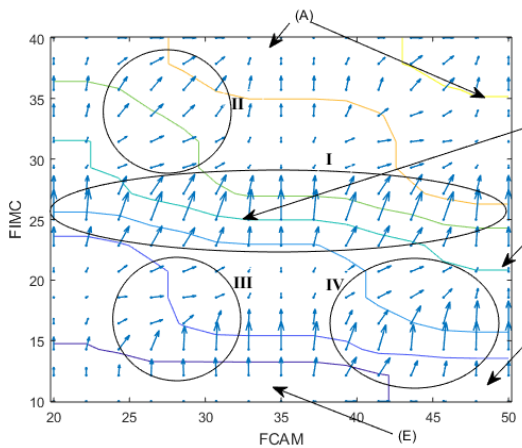
A superfície difusa correspondente ao conjunto de regras difusas SE-ENTÃO para avaliação nutricional difusa em (7) está representada na Figura 21. O conjunto de regras de inferência em (2) resulta na superfície nutricional difuso do idoso (Figura 21 (a)) como uma maneira de avaliar o estado nutricional do idoso semelhante a um nível suave e contínuo para suporte aos profissionais de saúde.



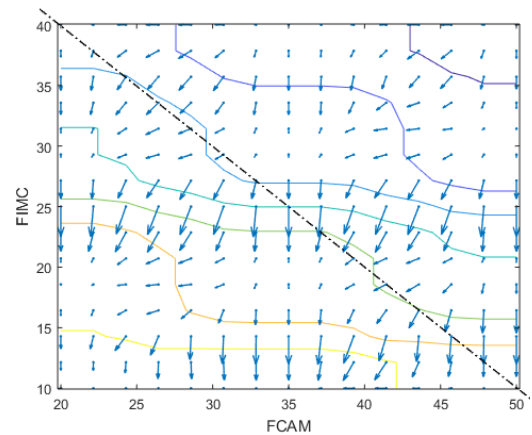
(a) Superfície Difusa de Avaliação Nutricional



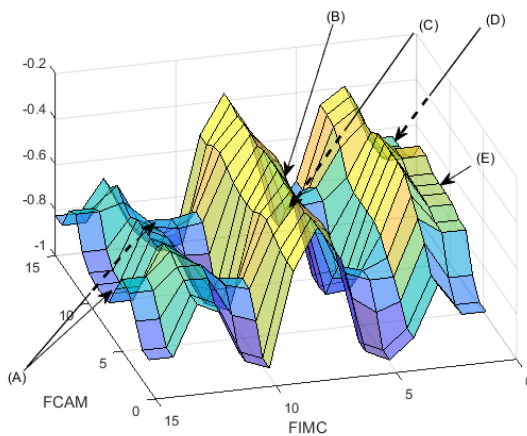
(b) Curva de Nível (Contorno) das Superfícies Nutricionais de Idosos.



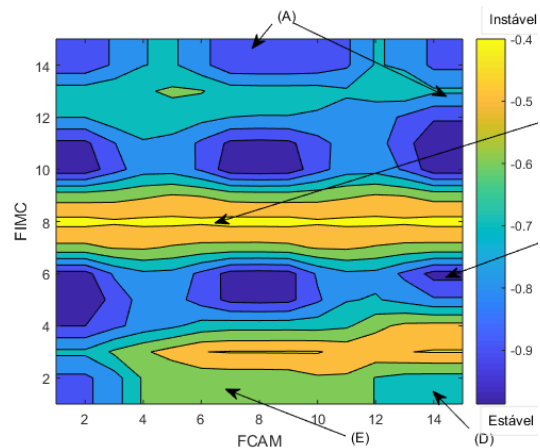
(c) Variação Incremental



(d) Variação Decrescente



(e) Superfícies nutricionais de equilíbrio instável difuso



(f) Curva de nível (contorno) das superfícies nutricionais de equilíbrio instável de idosos

Figura 21 - Superfície Difusa de Avaliação do Estado Nutricional do Idoso resultante empregando as variáveis de diagnóstico Índice de Massa Corpórea (IMC) e Circunferência Média do Braço (CMB)

Sua característica não linear representa as características nutricionais complexas e heterogêneas inerentes à população idosa, como ocorre na maioria dos ensaios clínicos na área da saúde e médica. A influência não linear que cada variável de diagnóstico de entrada de IMC ou CMB tem no resultado é mostrada pelas pequenas regiões achatadas e declives distintos (também gradiente do plano, variação) em toda a superfície nutricional. As regiões planas são, por exemplo, os pontos (A), (C), (D), (E), enquanto a inclinação é (B). Tal superfície difusa corresponde ao conjunto de avaliações quantitativas relacionadas às pontuações obtidas pelo modelo multivariado projetado empregando regras SE-ENTÃO difusas que agrega as medidas das variáveis de circunferência média do braço e índice de massa corpórea.

Os vetores (setas) na (Figura 21 (c)) e na (Figura 21 (d)) referem-se à variação no estado nutricional, enquanto os pequenos vetores não representam variação. Essa variação representa a tendência do estado nutricional que um idoso pode atingir se não houver ingestão alimentar, dieta específica ou suplementação alimentar. A circunferência da seta diz respeito à intensidade do declive que a superfície de diagnóstico nutricional representa; quanto maior, maior a variação.

A variação crescente, $+ \Delta y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}}$, é apresentada pela primeira vez (Figura 21 (c)). Mostra uma tendência do estado nutricional, por exemplo, ou deixar a desnutrição para eutrofia, (III), ou deste último para sobrepeso e obesidade (I). No sentido anti-horário, a variação decrescente, $- \Delta y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}}$, também é apresentada (Figura 21 (d)) para ilustrar a interpretação reversa do estado nutricional anterior. Vale ressaltar que esses vetores de tendência negativa e positiva não refletem imediatamente a piora ou melhora do estado nutricional, pois a análise depende da região e da direção das setas. A intensidade desta inclinação também pode ser visualizada pelo conjunto de contorno intermediário e curva de linhas de nível na (Figura 21 (b)). As regiões relacionadas à posição superior esquerda e inferior direita, (D) na (Figura 21 (b)), assumem uma banda larga, porém, à medida que se aproximam da posição central do gráfico, apresentam banda estreita, (B) na (Figura 21 (b)). Assim, a proposta de avaliação nutricional difuso para idosos não só permite o diagnóstico, por meio da descoberta de medidas absolutas, $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}}$, (Figura 21 (a)), mas também serve para o prognóstico, identificando a tendência (variação) do estado nutricional, $\Delta y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}}$, pode assumir para

cuidados preventivos (Figura 21 (c) e Figura 21 (d)). A análise da tendência da avaliação do estado nutricional é fundamental para os cuidados preventivos, uma vez que os idosos apresentam alto risco de desenvolver desnutrição.

A perspectiva de cima para baixo representada pelo contorno e curva de nível diz respeito às variáveis de diagnóstico de entrada (plano $X_{FCMB} \times X_{FIMC}$) em relação à superfície nutricional do idoso, que destaca regiões correspondentes a graus de avaliação semelhantes, agrupando-se e suas regiões de variação destacadas (Figura 21 (b)). À primeira vista, existem poucas, mas grandes regiões que refletem a suavidade da avaliação nutricional do idoso. Também existe uma assimetria no estado nutricional do idoso que é mais bem caracterizada pelas curvas de nível intermediárias. Nas extremidades superior direita e inferior esquerda há um perfil quase diagonal quando comparado à abscissa (X_{FCMB}), enquanto na região central (B) também assume um perfil quase paralelo. Tal análise pode ser estendida para a (Figura 21 (d)) enquanto a linha diagonal do ponto traço traça uma simetria, mas isso não existe entre as regiões superior direita e inferior esquerda (triângulos). Ressalta-se que essa assimetria revela o IMC como algo decisivo que o CMB no resultado do estado nutricional para se atingir a estratificação de obesos e desnutridos. Ao analisar a influência do IMC sobre a saída, a região em (A) corresponde ao resultado nutricional *Obeso-2*, já que o IMC assume a estratificação final de *Obeso* mesclada com a condição *Nutrida Intermediário* para CMB. Em contraste, ao analisar a variável CMB, a região em (C) atinge um estado nutricional de *Sobrepeso*, já que o CMB assume a classificação final *Super Nutrido* (ou Gordo, Obeso) da condição intermediária de IMC.

A sobreposição dos conjuntos difusos possibilita um diagnóstico gradual sobre os valores do estado nutricional que aumentam suavemente pela agregação das variáveis de IMC e CMB pelo conjunto de regras difuso (2). Outro fator que contribui para a lisura da superfície nutricional em idosos é o número de classes utilizadas para particionar o universo de saída do discurso, intencionalmente especificado no desenho do sistema. Uma distribuição simétrica particionando o universo de saída do discurso é atribuída para alcançar um equilíbrio entre desnutrição e obesidade (Figura 20(c)). Além disso, o núcleo das funções de pertinência é pequeno e, por corresponder a regiões achatadas, são numerosas na superfície difusa, mas de área reduzida, não sendo preeminentes na análise

nutricional. Ao fazê-lo, a abordagem proposta visa não inserir vieses na avaliação nutricional simultaneamente que visam captar o estado nutricional de equilíbrio do idoso.

Quatro regiões difuso spot relacionadas com declive significativo no estado nutricional são representadas pelas regiões (I), (II), (III) e (IV) na Figura 21 (c). De acordo com o gráfico, a região I relacionada ao IMC *Normal* e *Sobrepeso* apresenta influência particular em contribuir para mudanças no estado nutricional de idosos. Embora fosse esperado que o IMC e o CMB próximo ao estado nutricional normal representassem uma condição nutricional permanente (achatada), aqui ele representa o declive de alta intensidade associados ao estado nutricional de idosos levam a uma condição não saudável. A abordagem proposta permite, então, avaliar a característica e o alto risco de evoluir para um estado nutricional não saudável, determinando sua variação (derivada da superfície) conforme a CMB e o IMC mudam (Figura 21 (e)). Este resultado ingemina a região em que o IMC é *Normal* e *Sobrepeso* diz respeito a uma faixa crítica superior e cristas (Figura 21 (g)) que o idoso nutre. O estado nutricional pode perder um estado nutricional saudável e isso corresponde à alta inclinação na superfície IMC-CMB nutricional do ($\uparrow\uparrow \Delta y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}}$), (I) na (Figura 21 (c)), e o ponto (B) na (Figura 21 (a)). Pela análise dinâmica, essas regiões com alto impacto da variação assemelham-se à condição de equilíbrio instável e, portanto, manifestam-se como a característica de perda rápida do estado nutricional do idoso. A influência das regiões críticas é representada pela barra de cor cinza na (Figura 21 (b)); quanto mais clara a representação em cinza, maior é a condição instável. Como mencionado anteriormente, a assimetria também pode ser observada nesta análise de equilíbrio nutricional de idosos pelas diferentes configurações na forma e níveis na Figura 21 (h).

Tal assimetria nas Figura 21 (g) e Figura 21 (h) corresponde, em particular, à Figura 21 (c) e a Figura 21 (d), que desvela a região inferior esquerda, causando maior impacto na mudança do estado nutricional em idosos. Ao analisar a Figura 21 (c) e a Figura 21 (d), a região superior direita apresenta poucos vetores e de menor circunferência, com uma preponderância de comportamento dinâmico estável, com pontos relativos a não alterações, conforme mencionado anteriormente. Esta característica corresponde às regiões cinza-escuras na Figura 21 (h). No entanto, na região inferior esquerda prevalecem vetores que apresentam mudanças nas direções do estado nutricional, porém são de maior

intensidade. Tal característica aponta para a predominância do estado nutricional dinâmica de desnutridos em idosos (Figura 10 (d)) quando comparado às mudanças no sentido de atingir a obesidade (Figura 21 (c)). Esta variação no estado nutricional está relacionada com as cristas e estreitas bandas elevadas na Figura 21 (g) e as regiões cinza claro na Figura 21 (h).

A fim de ilustrar a aplicação do sistema proposto, um exemplo de medidas de um idoso cujo comprimento médio do braço é dado por 26 cm enquanto o IMC é de 21, apresenta como resultado qualitativo de estadiamento as classes *Desnutrição Moderada*, *Desnutrição Leve*. Simultaneamente, o sistema difuso de avaliação do estado nutricional no idoso fornece uma avaliação quantitativa, i.e., um score de 18,8 como mostrado na Figura 22.

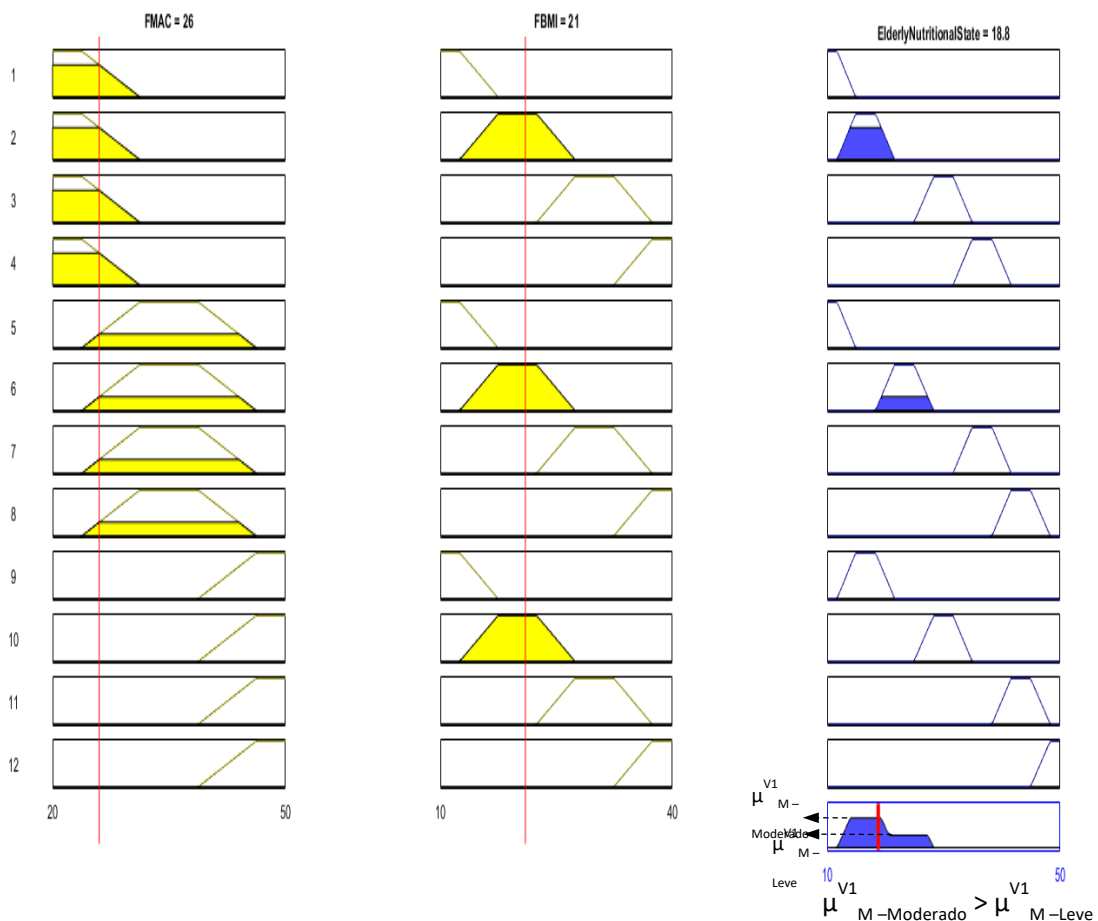


Figura 22 - Exemplo de sobreposição considerando um Voluntário (V1) cujo valor de pertinência, μ^{V1} , de um conjunto difuso tem um valor maior que outro conjunto difuso, $\mu^{V1}_{Desnutrido-Moderado} > \mu^{V1}_{Desnutrido-Leve}$

Além da vantagem de se apresentar tanto uma avaliação classificatória, quanto numérica, o sistema baseado na lógica difusa e teoria de conjuntos difusos permite a representação do raciocínio aproximado considerado humano ao permitir que duas ou mais classes sejam ativadas simultaneamente, seja nas variáveis linguísticas de entrada, seja nas variáveis linguísticas de saída. Neste caso, em particular, a variável linguística de entrada relacionada à circunferência média do braço ativa as classes – i.e., as funções de pertinência *Magro (Subnutrido)*, *Nutrido (Normal)*. Dada a independência das variáveis de entrada, a medida do IMC difusa ativa somente uma classe designada neste exemplo por *Normal*. Assim como ocorre na ativação de duas classes de entrada simultaneamente da variável linguística CMB, a saída também ativa duas classes que ao serem ativadas apresentam graus de certeza distintos, como pode ser visto em destaque no gráfico ao se ter grau de ativação para a classe *Desnutrição Moderada*, maior que a classe *Desnutrição Leve*.

5.3 Análise Estatística da Saída do Sistema Proposto

Os valores de pontuação (scores) obtidos com o sistema difuso proposto para as variáveis de entrada de peso, altura, e circunferência média do braço resultando no nível ou condição do estado nutricional dos voluntários masculinos e femininos estão mostrados respectivamente nas Tabela 12 e Tabela 13. Os valores em destaque correspondem à mesma faixa de amplitude da variável de saída – i.e., $X_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [10, 50]$ – e, por isto, são usados na comparação com o padrão do IMC – $X_{\text{IMC}} = [10, 50]$. Neste sentido, o sistema difuso de avaliação do estado nutricional baseado na medida da circunferência média do braço e do próprio IMC calculado previamente tem sua resposta numérica (score) e estadiamento (classificação) comparados de maneira direta.

Ao ser aplicado o teste de normalidade nas respostas obtidas pelo sistema difuso proposto, a variável de saída a distribuição se mostrou não normal ($p < 0,05$), de forma que a análise é realizada empregando a mediana e quartis como mostrado na Tabela 14. Estão incluídos ainda os dados referentes à circunferência média do braço previamente apresentados, uma vez esta variável atua como elemento de modulação no sistema difuso proposto.

Tabela 12 - Saída do Sistema Difuso CMB-IMC Proposto para População Amostral Masculina

População Amostral Masculina							
Voluntário	Peso	Altura	CMB	IMC	Escala [00,10]	Escala [-10,+10]	Escala [10,50]
1	63.5	1.73	26.5	21.21688	2.2948	-5.4104	19.17829
2	55	1.665	24.5	19.83966	1.8552	-6.2896	17.41962
3	103	1.63	38	38.76698	8.3191	6.6382	43.27792
4	59	1.65	25.5	21.67126	2.0856	-5.8287	18.34145
5	78.5	1.675	35.5	27.97951	6.6496	3.2991	36.6
6	67.9	1.64	27.5	25.24539	4.2624	-1.4752	27.05022
7	97	1.765	35	31.1374	6.6496	3.2991	36.6
8	101.5	1.68	42.5	35.9623	8.0707	6.1413	42.28303
9	58.2	1.63	25	21.90523	1.973	-6.0539	17.89129
10	61.5	1.655	26.5	22.45325	2.2993	-5.4013	19.1964
11	51.5	1.59	22	20.37103	1.6566	-6.6867	16.62572
12	79.3	1.68	28.5	28.09666	6.0137	2.0274	34.05657
13	81.5	1.63	25	30.67485	5.2928	0.5857	31.17224
14	67	1.69	29.5	23.45856	3.7789	-2.4423	25.11479
15	56.4	1.63	27	21.22775	2.396	-5.208	19.58299
16	64.5	1.725	25	21.67612	1.973	-6.0539	17.89129
17	89.5	1.77	34.5	28.56778	6.6496	3.2991	36.6
18	75.5	1.625	33.5	28.59172	6.6496	3.2991	36.6
19	82.4	1.69	42.5	28.85053	7.4846	4.9692	39.93995
20	62.5	1.58	24.5	25.03605	3.6326	-2.7348	24.53182
21	63.5	1.73	22.5	21.21688	1.6566	-6.6867	16.62572
22	55.2	1.63	24.5	20.77609	1.8552	-6.2896	17.41962
23	103	1.65	38	37.83287	8.3191	6.6382	43.27792
24	73.5	1.83	29.5	21.94751	2.8992	-4.2017	21.59572
25	65.5	1.71	23	22.40005	1.6566	-6.6867	16.62572
26	93.3	1.735	37.5	30.99436	6.6496	3.2991	36.6
27	65.5	1.75	24.5	21.38776	1.8552	-6.2896	17.41962
28	59.8	1.65	26.5	21.96511	2.2948	-5.4104	19.17829
29	105.5	1.69	29.5	36.93848	7.6358	5.2717	40.54495
30	85.3	1.65	29	31.3315	6.1157	2.2315	34.46456
31	63.5	1.59	27.5	25.11768	4.2161	-1.5677	26.86518
32	77.3	1.69	25.5	27.06488	5.0175	0.035	30.07104
33	62.7	1.605	39	24.33983	4.7734	-0.4531	29.09212
34	76.5	1.645	28	28.27025	5.9121	1.8242	33.64986
35	66.5	1.61	22.5	25.65487	3.7115	-2.5769	24.84837
36	69.3	1.545	26	29.03195	5.5112	1.0224	32.04585
37	65.5	1.75	27.5	21.38776	2.4939	-5.0123	19.97458
38	59	1.65	25.5	21.67126	2.0856	-5.8287	18.34145
39	90.5	1.61	39	34.91378	7.509	5.0179	40.03733
40	72.1	1.635	29	26.97117	5.5478	1.0957	32.19227

Tabela 13 - Saída do Sistema Difuso CMB-IMC Proposto para População Amostral Feminina

População Amostral Feminina							
Voluntário	Peso	Altura	CMB	IMC	Escala [00-10]	Escala [-10,+10]	Escala [10,50]
1	104.8	1.66	40.5	38.0316	8.4436	6.8873	43.7761
2	61.5	1.705	26	21.1556	2.1923	-5.6153	18.7684
3	51.9	1.67	24.5	18.6095	1.8552	-6.2896	17.4196
4	67.8	1.725	31	22.7851	3.5788	-2.8423	24.3141
5	95	1.705	38	32.6795	6.7595	3.519	37.0394
6	67	1.658	24.5	24.3728	3.3172	-3.3657	23.2698
7	61.6	1.695	27	21.4408	2.396	-5.208	19.583
8	103.8	1.673	33	37.0856	8.1993	6.3985	42.7981
9	83	1.545	26.5	34.7713	6.4666	2.9333	35.8683
10	65.5	1.579	25.5	26.271	4.4427	-1.1147	27.7714
11	75	1.695	29.5	26.1049	4.9462	-0.1077	29.7854
12	52.5	1.605	31.5	20.3802	3.3199	-3.3603	23.2779
13	74	1.645	28	27.3464	5.8027	1.6054	33.2121
14	65	1.614	22.5	24.9521	3.3302	-3.3396	23.3227
15	67.5	1.545	26	28.2779	5.5112	1.0224	32.0458
16	63.5	1.669	28.5	22.7961	3.0781	-3.8438	22.3117
17	57.5	1.66	25.5	20.8666	2.0856	-5.8287	18.3415
18	87	1.627	39.5	32.8658	6.923	3.8459	37.6932
19	51.5	1.595	27	20.2435	2.396	-5.208	19.583
20	75.5	1.675	29.5	26.9102	5.5676	1.1353	32.2717
21	66.4	1.547	23.5	27.7452	4.9801	-0.0397	29.9221
22	94.2	1.765	34.5	30.2386	6.6496	3.2991	36.6
23	102.5	1.679	42.5	36.3599	8.196	6.392	42.7844
24	56.8	1.647	28.5	20.9393	2.6921	-4.6158	20.7676
25	64.8	1.655	26.5	23.6581	3.4603	-3.0795	23.8414
26	51.5	1.576	22	20.7346	1.6566	-6.6867	16.6257
27	77.9	1.669	26.5	27.9656	5.6158	1.2316	32.4645
28	81.5	1.616	22.5	31.2086	4.9801	-0.0397	29.9221
29	67.9	1.693	29.5	23.6895	3.9099	-2.1802	25.6392
30	55.3	1.628	23.5	20.8649	1.6566	-6.6867	16.6257
31	64.5	1.716	25	21.9041	1.973	-6.0539	17.8913
32	89.5	1.779	34.5	28.2795	6.6496	3.2991	36.6
33	75.5	1.627	33.5	28.5215	6.6496	3.2991	36.6
34	83.5	1.69	39.5	29.2357	6.847	3.694	37.39
35	60.6	1.595	24.5	23.8205	3.0438	-3.9123	22.1764
36	63.5	1.734	22.5	21.1191	1.6566	-6.6867	16.6257
37	54.8	1.63	24.5	20.6255	1.8552	-6.2896	17.4196
38	101.5	1.65	38	37.2819	8.2765	6.5531	43.1076
39	71.6	1.872	24.5	20.4316	1.8552	-6.2896	17.4196
40	81	1.736	24.5	26.8773	4.6476	-0.7048	28.5916

Tabela 14 - Dados de IMC, CMB, e Sistema Difuso CMB-IMC segundo o sexo.

	Homens (n=40)			Mulheres (n=40)		
	Quartil 1	Mediana	Quartil 3	Quartil 1	Mediana	Quartil 3
Sistema Difuso	21,7	25,2	29,1	21,1	25,5	29,1
IMC	21,7	25,2	29,1	21,2	25,7	29,1
CMB (cm)	25,0	27,5	34,3	24,5	26,8	32,6

Quartil 1 - separa os 25% valores iniciais dos demais

Quartil 3 - separa os 75% valores iniciais dos demais

Como é possível observar, os dados referentes à resposta obtida pelo sistema difuso apresentam também homogeneidade entre os sexos, ou seja, possuem o mesmo padrão que foi encontrado no grupo junto.

Na análise de dispersão dos dados entre as avaliações pelo critério IMC e pelo sistema difuso de avaliação do estado nutricional de idosos proposto o resultado é mostrado na Figura 23. De acordo com o resultado, há uma forte correlação positiva para a população amostral masculina, reiterada pelo coeficiente de correlação de Spearman de 0,93. Todavia, quando se analisa a população amostral feminina, há uma negativa correlação negativa em vista da forte dispersão de dados, cujo coeficiente de Spearman é dado por -0,21. Apesar dos critérios de normalidade mostrarem-se inexistente, quando se analisa o gráfico QQ (Figura 24), é possível observar um alinhamento na região central, enquanto nas extremidades apresenta um desalinhamento. Esta característica permite interpretar os resultados ainda usando o coeficiente de correlação de Pearson cujos valores para a população amostral masculina e feminina são, 0,94 e -0,96, respectivamente.

Quando se compara o resultado da resposta do sistema difuso para avaliação do estado nutricional no idoso em consideração à outra variável linguística de entrada denominada circunferência média do braço, o coeficiente de correlação de Spearman é 0,85 para a população amostral masculina e -0,14 para o grupo feminino. De maneira correspondente, os coeficientes de correlação de Pearson são, respectivamente, 0,83 e -0,04, corroborando a análise anterior.

Adicionalmente, o teste de Kolmogorov-Smirnov entre as duas amostras relativas à avaliação do IMC e do sistema difuso de avaliação do estado nutricional no idoso aponta que para a população feminina estes conjuntos de medidas são caracterizadas pela mesma

distribuição contínua, com p-valor = 0,08. Por sua vez, para a população amostral masculina, com p-valor = 0,01, os conjuntos de resultados de avaliação estão em distribuições contínuas diferentes.

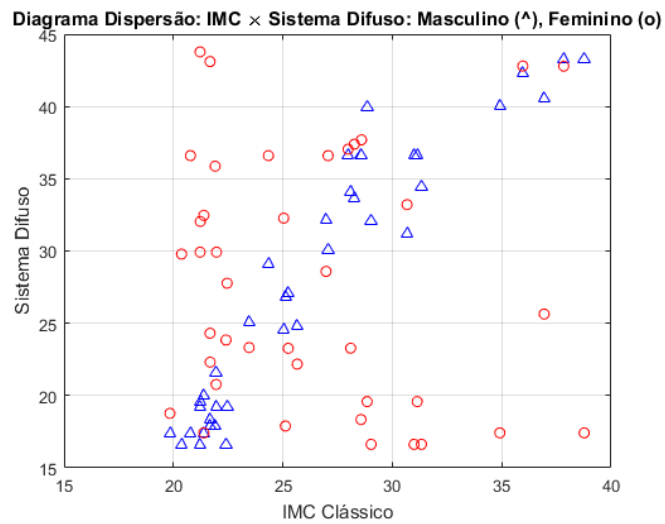


Figura 23 - Análise pelo Gráfico de Dispersão por sexo.

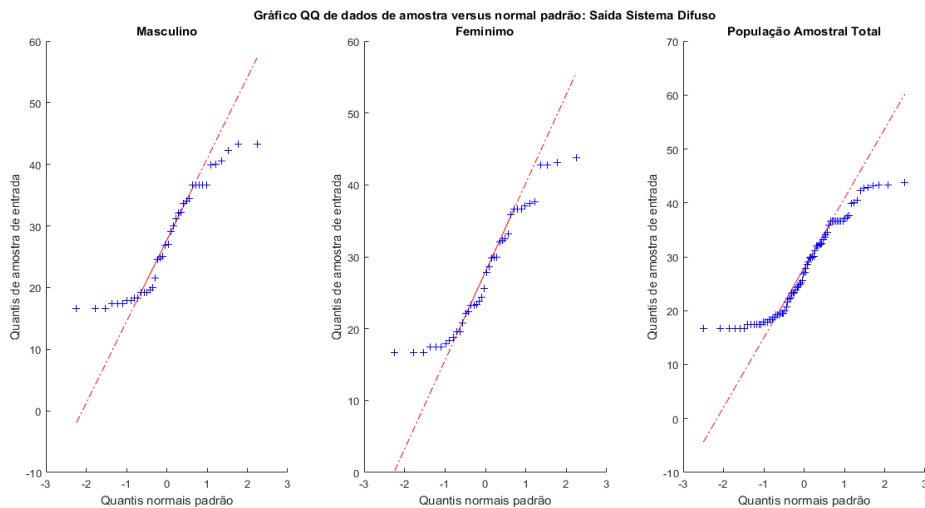


Figura 24 - Gráfico QQ para IMC: Distribuição "quase" Normal.

5.4 Análise do grau de concordância (coeficiente de Kappa) entre a avaliação obtida com o sistema difuso proposto e o critério de avaliação IMC (considerado padrão)

Neste trabalho são realizadas a comparação baseada em dados estatísticos e também é empregado o critério Kappa que analisa o grau de concordância entre avaliadores, neste caso a concordância entre o sistema difuso proposto e o padrão IMC.

O coeficiente de Kappa é uma medida que avalia a concordância entre avaliadores. Neste trabalho estes avaliadores assumem o papel da avaliação fornecida pelo IMC. Embora não exista um consenso em relação qual o critério de avaliação do estado nutricional nos idosos ao se considerar as variáveis antropométricas, o IMC tem sido a referência e, como tal, pode ser considerado como padrão ouro para comparação. Desta forma, a análise de concordância de estadiamento empregando o coeficiente de Kappa é realizado entre as duas avaliações do IMC tradicional e o resultado fornecido pelo sistema baseado na lógica difusa, como se fossem avaliadores independentes, sem perda de generalidade.

As variáveis de saída fornecidas pelo IMC e pelo sistema difuso CMB-IMC proposto são comparadas com relação à classificação de obesidade. O resultado da comparação de concordância entre o sistema difuso de avaliação nutricional e o IMC são apresentados nas Tabela 15 e Tabela 16, respectivamente, relacionados à análise de toda a população amostral, e à análise dos grupos masculino e feminino. O coeficiente de Kappa é utilizado para comparar a concordância dos resultados do IMC e da avaliação do estado nutricional obtido pelo modelo difuso proposto considerando dois grupos: não obesos ($IMC < 30$) e obesos ($IMC \geq 30$). Esta escolha compreende a análise tanto pelas classes e suas designações (nomes, termos linguísticos), quanto pela quantidade de classes serem similares ou diferentes entre o sistema difuso CMB-IMC de avaliação do estado nutricional em idosos e pelo IMC clássico.

De acordo com estes resultados, não há nenhuma diferença na classificação usando as duas métricas. As vantagens do sistema difuso proposto são, todavia, destacadas de todos os outros critérios de avaliação do estado nutricional correntes na seção seguinte, onde se realiza uma análise comparativa experimental do estado nutricional no idoso com

critérios da clínica prática atualmente empregados. Neste sentido, o sistema difuso de avaliação do estado nutricional no idoso se diferencia ao compreender os distintos pontos de corte fornecidos pelos critérios baseados no IMC como mostrados na Tabela 3 e, como tal, ele se sobrepõe na classificação ao encapsular as diferenças entre os estadiamentos e designações linguísticas fornecidas por eles.

Tabela 15 - Porcentagem de indivíduos obesos pelos critérios IMC e Sistema Difuso CMB-IMC (ambos os sexos).

População Total		IMC		
		Não obeso	Obeso	Total
Sistema Difuso	Não obeso	62	0	62
	Obeso	0	18	18 (100%)
	Total	62	18 (100%)	

Teste de concordância: concordância de 100%

Tabela 16 - Porcentagem de indivíduos obesos pelos critérios IMC e Sistema Difuso CMB-IMC (análise por sexo).

		IMC		
		Não obeso	Obeso	Total
Sistema Difuso	<i>Homens</i>			
	Não obeso	31	0	31
	Obeso	0	9	9 (100%)
	Total	31	9 (100%)	40
	<i>Mulheres</i>			
	Não obeso	31	0	31
	Obeso	0	9	9 (100%)
	Total	31	9 (100%)	40

Teste de concordância: concordância de 100%

5.5 *Análise Comparativa Experimental do Estado Nutricional do Idoso com Critérios da Clínica Prática*

Para demonstrar como o sistema de apoio à decisão difuso funciona para avaliar o estado nutricional dos idosos, aproximadamente dois voluntários de cada grupo de envelhecimento, $G_1 = [60, 69]$, $G_2 = [70, 79]$, $G_3 = [80, 89]$, e $G_4 = [90, 100)$ têm seus dados coletados conforme apresentado na tabela. Além disso, outro conjunto de dados referentes

a indivíduos que apresentaram valores de IMC e / ou CMB excessivamente elevados, em comparação aos anteriores, também são selecionados para compor esta análise. A idade, peso e altura são apresentados primeiro. Posteriormente, são apresentadas a medida da CMB e a medida indireta do IMC calculada. Suas respectivas classificações usando o FCMB e o FIMC são atribuídas. Os resultados nutricionais difuso no idosos CMB-IMC, tanto estratificação quanto pontuação, são fornecidos a seguir. A classificação de acordo com os critérios de IMC e Lipschitz é mostrada posteriormente.

Vale ressaltar que, uma vez que a amplitude no universo do discurso não interfere na inferência, sendo uma questão de escolha para melhor identificação da percepção cognitiva humana, aqui os resultados são obtidos empregando as faixas difuso de $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [10, 50]$, $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [0, 10]$, e $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = [-10, 10]$. A última opção diz respeito à identificação imediata do estado de desnutrição ou obesidade, respectivamente, levando em consideração apenas o sinal do valor. Essas vantagens de escala simétrica pela intensidade do estado nutricional são dadas pelos valores dos resultados, de modo que o estado nutricional *Eutrófico* se refere a valores em torno de $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 0$. Ao usar a escala de intervalo normalizado, o estado nutricional *Eutrófico* diz respeito a resultados próximos a $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 5$, de modo que resultados de menor intensidade dizem respeito à desnutrição, enquanto valores mais elevados, à obesidade. Como a maioria das escalas varia dentro desse intervalo, a percepção também é imediata. A primeira opção, a análise não é direta, mas permite a comparação imediata com o IMC. As pontuações resultantes podem ser observadas na tabela. Para não gerar dúvidas adicionais, os resultados que variam de 10 a 50 são empregados aqui para a discussão e comparação direta com as abordagens de IMC e Lipschitz.

Como esperado, os critérios de IMC e Lipschitz apresentam apenas uma estratificação qualitativa por vez. Em contraste, o sistema nutricional difuso CMB-IMC para idosos proposto permite um (V_3, V_4, V_8), dois (V_1, V_2, V_7, V_{10}), ou mais (V_5, V_6, V_9, V_{11}) classes de estratificação sejam usadas como uma avaliação. De acordo com os resultados, os critérios de IMC e Lipschitz apresentam divergência na classificação do estado nutricional (V_2, V_5, V_6). Por sua vez, o sistema difuso CMB-IMC proposto apresenta estratificação correspondente àquelas alcançadas pelos critérios de IMC e Lipschitz ($V_1,$

V₃, V₄, V₇, V₈, V₉, V₁₀, V₁₁) simultaneamente que abrange resultados divergentes também. Além disso, as vantagens da abordagem proposta de atingir um valor único como pontuação. Uma vez que uma abordagem serve para captar as dúvidas e a variabilidade interobservador das medidas determinadas de acordo com a visão dos profissionais de saúde, ela se caracteriza ainda por determinar um grau de certeza para cada estratificação que melhor corresponda ao resultado real.

Ao lidar com esses resultados experimentais, é possível observar que um maior grau de certeza no termo linguístico difuso, em geral, corresponde a uma classificação equivalente dos demais métodos de comparação de análise. No entanto, a principal vantagem do CMB-IMC FENAS ocorre quando há incoerência na classificação do estado nutricional quando se utiliza os critérios de IMC e Lipschitz, pois os termos linguísticos difuso de disparo englobam tanto o IMC contraditório quanto a classificação de Lipschitz em uma preocupação. Considere, por exemplo, o indivíduo V₅ sendo equivalentemente identificado quando analisado de acordo com os critérios FENAS/CMB-IMC, IMC, Lipschitz, respectivamente, gerando os termos linguísticos desnutrição *Moderada*, desnutrição *Leve*, *Eutrófico* e *Sobrepeso*, sendo os dois últimos atribuídos o maior grau de ativação. Neste exemplo, a abordagem proposta coincide com a classificação imposta pelo IMC, quando o desfecho é *Sobrepeso*, ao mesmo tempo que equivale à estratificação proporcionada pela classificação de Lipschitz como *Eutrófico*. Este compromisso indica uma relativa coerência em termos de perspectiva entre os três critérios. Além disso, ao analisar V₁, por exemplo, a desnutrição *Moderada* assume um grau de certeza maior que a desnutrição *Leve*, $\mu^{V_1}_{\text{Desnutrido -Moderado}} > \mu^{V_1}_{\text{Desnutrido -Leve}}$, que atribui um grau significativo de desnutrição, e não apenas indicando geral *Subnutrido* ou estratificação de *Abaixo do Peso* dada, respectivamente, pelas classificações de IMC e Lipschitz. Além disso, a abordagem difusa proposta produz uma avaliação quantitativa, e não apenas qualitativa, ao atingir um escore nutricional para idosos de $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 19,2$, para a escala de variação semelhante ao IMC. Uma vez que o sistema de inferência difuso permite outras escalas dimensionais, tal condição pode render $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = 2,29$, para a fúria normalizada escala, e $y_{\text{Idoso-Nutricional-Estado}} = - 5,41$, para a escala simétrica.

Tabela 17 - Resultados da Avaliação Nutricional Comparativa de Idosos pelo Sistema Difuso com IMC adulto e Critério de Lipschitz

Voluntário	Idade [anos]	Peso [kg]	Altura [m]	Condição Diagnóstica				Estado Nutricional					
				FCMB		FIMC		Sistema Difuso Avaliação Nutricional			IMC Classe	Lipschitz Classe	
				CMB [cm]	Classe	IMC [kg/m ²]	Classe	Classe	Score				
									[10,50]	[0, 10]			[-10, 10]
V1	66	63,5	1,73	26,5	Subnutrido*, Nutrido	21,2	Normal,	Moderado*, Malnutrido	19,2	2,29	-5,41	Subnutrido	Abaixo do Peso
V2	66	72,1	1,63	29	Subnutrido, Nutrido*	32,2	Normal, Sobrepeso*	Eutrófico, Sobrepeso*	34,5	6,1	2,2	Sobrepeso	Eutrófico
V3	91	103	1,63	38	Nutrido	38,77	Obeso	Obeso 1	43,3	8,32	6,64	Obeso G-II	Excesso de Peso
V4	93	89,5	1,77	33,5	Nutrido	28,59	Sobrepeso	Sobrepeso	33,6	6,65	3,3	Sobrepeso	Excesso de Peso
V5	85	67,9	1,64	27,5	Subnutrido*, Nutrido	25,24	Normal, Sobrepeso	Moderado*, Maln. Leve, Eutrófico**, Sobrepeso**	27	4,26	-1,48	Sobrepeso	Eutrófico
V6	85	67	1,69	29,5	Subnutrido, Nutrido*	23,46	Normal*, Sobrepeso	Moderado, Maln. Leve, Eutrófico, Obeso 1	25,1	3,8	-2,44	Subnutrido	Eutrófico
V7	73	76,5	1,65	28	Subnutrido, Nutrido*	28,27	Sobrepeso	Eutrófico, Obeso 1	33,6	5,9	1,8	Sobrepeso	Excesso de Peso
V8	74	75,5	1,63	34,5	Nutrido	28,56	Sobrepeso	Sobrepeso	36,6	6,65	3,3	Sobrepeso	Excesso de Peso
V9	63	101,5	1,68	42,5	Subnutrido, Nutrido	35,96	Sobrepeso, Obeso*	Sobrepeso, Obeso 1*, Obeso 2*	42,3	8,07	6,14	Obeso G-II	Excesso de Peso
V10	80	82,4	1,69	42,5	Subnutrido, Nutrido	28,85	Sobrepeso	Obeso 1, Obeso 2	39,9	7,46	4,97	Sobrepeso	Excesso de Peso
V11	82	105,5	1,69	29,5	Subnutrido, Nutrido*	36,93	Sobrepeso, Obeso*	Eutrófico, Sobrepeso, Obeso 1	40,5	7,6	5,3	Obeso G-II	Excesso de Peso

* Função de Pertinência com maior grau de certeza, grau de ativação.

Como é possível observar, na avaliação antropométrica prática, o CMB e o IMC podem, em determinadas circunstâncias, não refletir sozinhos a composição corporal ou o estado nutricional do idoso, sendo necessário um método auxiliar para a realização de um diagnóstico antropométrico mais preciso. A superfície resultante obtida com a abordagem proposta pode ser entendida como a representação geométrica do raciocínio humano por meio do conjunto de regras lógicas SE-ENTÃO (2). Nesse sentido, a avaliação da superfície nutricional refere-se à expertise dos profissionais de saúde. O estado nutricional dos idosos é agravado simultaneamente pelas duas variáveis diagnósticas, o que evidencia a necessidade de uma análise conjunta dessas condições antropométricas. A proposta de avaliação difuso do estado nutricional demonstra como essas duas variáveis de entrada interligadas podem ser agregadas para representar o estado nutricional no idoso. Vale ressaltar, entretanto, que a avaliação nutricional do idoso difuso não visa graduar diretamente a gravidade do estado nutricional. Quando classificado como obeso ou desnutrido, o idoso pode ser indiretamente atribuído a um grau de gravidade.

Por fim, vale ressaltar que uma vez que o sistema difuso proposto agrega as medidas IMC e a medida média da circunferência do braço, esta construção pode ser entendida como sendo uma comparação entre IMCs. Neste sentido, tem-se uma comparação de tal forma que o IMC é avaliado como valor isolado enquanto o sistema proposto pode ser entendido como tendo a CMB como fator de modulação do IMC, sendo agregados pelo conectivo lógico de conjunção.

A abordagem proposta neste trabalho apresenta as vantagens de (i) obter simultaneamente uma avaliação qualitativa (classificação, estratificação, estadiamento) e quantitativa (pontuação, score, ponderação) do estado nutricional em idosos, (ii) projetar um modelo baseado em uma abordagem multivariada ao se empregar um conjunto de regras do tipo SE-ENTÃO difuso ao se empregar a lógica difusa, principalmente, ao propor o uso conjunto da circunferência média do braço e do índice de massa corporal – e, como tal, o peso e altura - em um só sistema (iii) representar as incertezas, imprecisões, subjetividade e a diferença de interpretação dos profissionais de saúde, ao se empregar a teoria de conjuntos difusos, visto que ela permite a sobreposição das bordas das classes usadas na estratificação, ao contrário dos pontos de corte rígidos que a teoria de conjuntos clássicos, aristotélicos trabalha, (iv) absorver os diferentes estadiamentos proporcionados pelos

distintos pontos de corte dos critérios de avaliação baseado no IMC que atualmente não existe consenso, produzindo uma unificação nas classificações disponíveis na prática clínica, uma vez que a teoria de conjuntos difusos representa tanto o grau de certeza de 100% para pertinência totalmente presente, valor unitário, quanto para 100% de certeza para pertinência totalmente ausente, valor nulo, e a borda inclinada para absorver as diferenças dos diferentes níveis de corte *crisp* associado às propostas se caracteriza pela sobreposição das bordas dos conjuntos ou classes anteriores e posteriores adjacentes (Tabela 3).

Neste sentido, esta última vantagem tem a característica do sistema difuso desenvolvido também lidar com uma questão importante no estudo do estado nutricional em idosos ao propor uma unificação das classificações existentes na Organização Mundial de Saúde, Organização Pan-Americana de Saúde, Projeto SABE modelo de Lipschitz, e modelo de Perissinoto. Adicionalmente, o sistema difuso de avaliação do estado nutricional em idosos pode ser empregado em centros de atendimento ao paciente, em unidades de terapia intensiva, em centros de emergência, em consultórios, assim como em academias na prática de esporte. O modelo resultante pode ser utilizado por avaliações locais ou remotas ao ser adaptado para dispositivos de saúde móvel (*m-health*) em aparelhos celulares smartphones.

6 Trabalhos Futuros

Modelar e projetar novos sistemas difusos com múltiplos e/ou diferentes combinações das medidas antropométricas coletadas.

Comparar critérios diferentes de seleção das variáveis de medida antropométrica para compor as variáveis linguísticas de entrada do sistema difuso de avaliação do estado nutricional em idosos por outras técnicas de redução de dimensão, como, por exemplo, Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA).

Aplicar técnicas de inteligência artificial e inteligência computacional para extração de conhecimento dos dados, por exemplo, *fuzzy cluster mean* (FCM), mas não limitado a esta.

Aumentar a coleta de dados, tanto em quantidade, quanto em distribuição geográfica compreendendo outros estados, ou mesmo outros países, para obter sistemas difusos de avaliação antropométrica do estado nutricional nos idosos com maior eficácia.

Gerar as classes a partir dos dados coletados de maneira automática utilizando técnicas de inteligência artificial e técnicas de aprendizado de máquina.

7 Conclusão

Pontuar e classificar os diferentes níveis de condições antropométricas dos idosos requer o manejo de vários parâmetros e variáveis simultaneamente devido às mudanças ocasionadas pelo processo de envelhecimento. Este trabalho se propõe a agregar a circunferência do braço (CMB) e o índice de massa corporal (IMC) para avaliar o estado nutricional no idoso por meio de um sistema de inferência difuso. A avaliação difusa do estado nutricional do idoso (Fuzzy Elderly Nutritional Assessment - FENA) resultante com base em medidas de IMC - CMB chega a cumprir o resultado quantitativo na forma de medida de ponderação (*score*), mas também a estratificação em uma medida qualitativa de acordo com as classes difuso. Tal avaliação qualitativa permite a sobreposição de duas ou mais classes, em sua maioria, associadas ao raciocínio aproximado inerente utilizado para representar a experiência dos profissionais de saúde. Ao utilizar classes difuso, cujas fronteiras são flexíveis para acomodar dúvidas no processo de diagnóstico, possibilita representar a subjetividade e as medidas de variabilidade interobservador relacionadas ao ponto de vista dos profissionais de saúde. Esta característica de sobrepor as fronteiras das classes de diagnóstico e avaliação é o mecanismo que permite representar e absorver as incertezas, imprecisões, subjetividades inerentes das medidas relativas à dependência e ao ponto de vista dos profissionais de saúde, ao se empregar a teoria de conjuntos difuso. Simultaneamente, esta característica também é capaz de absorver os diferentes estadiamentos proporcionados pelos distintos pontos de corte utilizados nas classificações disponíveis na prática clínica. Cuidados preventivos e prognósticos também podem ser realizados uma vez que o sistema difuso IMC–CMB nutricional no idoso pode ser utilizado para avaliar a variação (tendência) quanto ao estado nutricional crítico ou computar o risco de desenvolver desnutrição ou obesidade. Além disso, ao se analisar a característica dinâmica da superfície de decisão nutricional, a condição de equilíbrio nutricional instável destaca as regiões do plano IMC-CMB em que os idosos são proponentes à perda do estado nutricional, ou seja, regiões concernentes às alterações corporais que impactam no estado nutricional. A avaliação intrínseca não linear, assimétrica, suave e contínua do estado nutricional dos idosos é adequada às características nutricionais complexas e heterogêneas inerentes à população idosa. A abordagem proposta revela-se uma alternativa que pode ser utilizada como

mecanismo complementar ou de suporte, visando à padronização da avaliação do estado nutricional dos idosos, essencial para a sistematização da assistência à saúde e redução da morbidade desses pacientes.

8 Referência Bibliográfica

- 1) Augusto ALP, Alves DC, Mannarino IC, Gerude M. *Terapia Nutricional*. São Paulo: Atheneu, 1993.
- 2) Ravaglia G, Morini P, Forti P. Anthropometric characteristics of healthy Italian nonagenarians and centenarians. *Br J Nutr* 1997;77:9-17.
- 3) Acuña K, Cruz T. Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 2004, 48(3): 345-361.
- 4) Mahan LK, Arlin MT. Orientações para planejamento dietético. In: Mahan LK, Arlin MT. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 8ª ed. São Paulo: Roca; 1995. p.289-308.
- 5) Solomons NW. Nutrition and aging: potentials and problems for research in developing countries. *Nutr Rev*,1992;50:224-9.
- 6) Cupari L. *Nutrição Clínica no Adulto*. São Paulo: Manole, 2002.
- 7) Sampaio LR. Avaliação Nutricional e envelhecimento. *Rev. Nutr.* 2004, 17(4):507-514.
- 8) Schramm JMA, Oliveira AF, Leite IC, Valente JG, Gadelha AM, Portela MC, et al. Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva*, 2004, 9(4):897-908.
- 9) Chaimowicz F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Rev Saúde Pública*, 1997;31(2):184-200.
- 10) Coelho AK, Fausto MA. Avaliação pelo nutricionista. In: Maciel A. *Avaliação multidisciplinar do paciente geriátrico*. Rio de Janeiro: Revinter; 2002.
- 11) The World Health Organization. *Global status report on communicable diseases 2010*. World Health. 2010. p. 176.
- 12) Poscia, Andrea, et al. Effectiveness of nutritional interventions addressed to elderly persons: umbrella systematic review with meta-analysis. *The Europe and Journal of Public Health*, Vol. 28, No. 2, 275–283.
- 13) WHO Expert Committee on Physical Status. *The use and interpretation of antropometry physical status: the use and interpretation of antropometry*. Report of a Who Expert Committee Switzerland: WHO, 1995.
- 14) Organização Mundial da Saúde (OMS). *Envelhecimento ativo: uma política de saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde; 2005.

- 15) Brasil. Ministério da Saúde. Estatuto do Idoso. Brasília: Editora MS; 2003.
- 16) OMS (1999) Relatório Mundial de Saúde, Banco de Dados. Genebra: Organização Mundial de Saúde.
- 17) Veras R. Fórum Envelhecimento populacional e as informações de saúde do PNAD: demandas e desafios contemporâneos. Introdução. Cad. Saúde Pública, 2007, 23(10): 2.463-2.466.
- 18) Cerqueira ATAR, Oliveira NIL. Programa de apoio a cuidadores: Uma ação terapêutica e preventiva na atenção à saúde dos idosos. Psicol. USP. 2002;13(1).
- 19) Vermelho LL, Monteiro MFG. Transição demográfica e epidemiológica. In: Medronho RA, Carvalho DM, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, editores. Epidemiologia. São Paulo: Atheneu, 2002: 91-103.
- 20) Visscher TL, Seidell JC, Menotti A, Blackburn H, Nissinen A, Feskens EJ, et al. Underweight and overweight in relation to mortality among men aged 40-59 and 50-69 years: the seven countries study. Am J Epidemiol 2000; 151:660-6.
- 21) Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica – Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 192 p. il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica, n.19).
- 22) Coelho Filho JM, Ramos LR. Epidemiologia do envelhecimento no Nordeste do Brasil: resultados de inquérito domiciliar. Rev. Saúde Pública, 1999; 33(5): 445-53.
- 23) Lima e Costa MF, Uchôa E, Guerra LH, Firmo JOA, Vidigal PG, Barreto SM. The Bambuí health and aging study (BHAS): methodological approach and preliminary results of a population-based cohort study of the elderly in Brazil. Rev Saúde Pública, 2000; 34(2):126-35.
- 24) Ramos LR, Rosa TEC, Oliveira ZM, Medina MCG, Santos FRG. Perfil do idoso em área metropolitana na região sudeste do Brasil: resultados de inquérito domiciliar. Rev. Saúde Pública, 1993; 27(2): 87-94.
- 25) Ramos LR, Toniolo JN, Cendoroglo MS, Garcia JT, Najas MS, Perracini M, et al. Two-year follow-up study of elderly residents in S. Paulo, Brazil: methodology and preliminary results. Rev Saúde Pública, 1998; 32(5): 397-407.
- 26) Barreto SM, Passos VMA, Uchôa E, Guerra LH, Firmo JOA, Lima e Costa MF. Projeto Bambuí: desnutrição e obesidade em idosos na comunidade. RerBrasEpidemiol,2002; Supl. Esp. Livro de resumos:127.
- 27) Tavares EL, Anjos LA. Perfil antropométrico da população idosa brasileira.

- Resultados da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição. *Cad Saúde Pública*, 1999; 15(4):759-68.
- 28) Dantas EHM et al. Perda da flexibilidade no idoso. *F&PJ*, 2002, 1(3):12-20.
- 29) Son Nazan et al. Evaluation of nutritional status of elderly patients presenting to the Family Health Center. *Pak J Med Sci March*, April 2018 Vol. 34 No.2.
- 30) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Perfil dos Idosos Responsáveis Pelo Domicílio no Brasil 2000. Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica. Número 9, Rio de Janeiro 2002.
- 31) WHO Active Ageing: A Policy Frame Work 2002. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs357/en/>
- 32) Carvalho JAM, Garcia RA. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. *Cad. Saúde Pública*, 2003;19(3):725-733.
- 33) Santos LC, Silva JAFS, Freitas SN, Nicolato RLC, Cintra IP. Indicadores do estado nutricional de idosos institucionalizados. *Nutrição Brasil* 2004; 3(3): 168-173.
- 34) Kalache A, Veras RP, Ramos LR. O envelhecimento da população mundial: Um desafio novo. *Rev Saúde Pública*, 1987;21(3):200-210.
- 35) IBGE. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. *In: Censo demográfico 2010 [Internet]*. Rio de Janeiro, Nov. 2011. 17p. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/tabelas_pdf/tab1.pdf
- 36) World Health Organization. Active ageing: a policy framework. Geneva; 2002 [Internet]. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/who_nmh_nph_02.8.pdf
- 37) Vasconcelos AMN, Gomes MMF. Transição demográfica: a experiência brasileira. *Epidemiol Rev Saúde* 2012; 21:539-48.
- 38) Ingrid Freitas da Silva Pereira, Maria Helena Constantino Spyrides, Lára de Melo Barbosa Andrade. Estado nutricional de idosos no Brasil: uma abordagem multinível. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 32(5): mai, 2016.
- 39) Berquó, E. Algumas considerações demográficas sobre o envelhecimento da população no Brasil – trabalho apresentado no Congresso Internacional sobre Envelhecimento Populacional – uma agenda para o fim do século, mimeo, Brasília, 1998.
- 40) Santos SSC. *Enfermagem gerontogeriatrica: reflexão à ação cuidativa*. 2a ed. São Paulo: Robe Editorial; 2001.

- 41) Anuário estatístico de saúde do Brasil 2001 [texto na Internet]. Brasília (DF); Ministério da Saúde; 2002. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/saude/aplicacoes/anuario2001/index.cfm>
- 42) Costa MFFL, Guerra HL, Barreto SB, Guimaraes RM. Diagnóstico da Situação de saúde da População Idosa brasileira: um estudo da mortalidade e das internações hospitalares públicas. Informe Epidemiológico do SUS, 2000; 9(1):23-41.
- 43) Monteiro CA. (Org.) Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e de suas doenças. São Paulo: HUCITEC/NUPENS; 2000.
- 44) Cervato AM, Derntl AM, Latorre MRO, Marucci MFN. Educação nutricional para adultos e idosos; uma experiência positiva em Universidade Aberta para Terceira Idade. RevNutr, 2005,18(1): 41-52.
- 45) Centers for Disease Control and Prevention. Department of Health Human Services. Healthy People 2010: Objectives for improving health. V.2, 2003. Available from: <http://www.healthypeople.gov/>
- 46) Moreira MM. Envelhecimento da população Brasileira. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG, 1997 (Tese de Doutorado).
- 47) Palloni, A., Pelaez, M., & Wong, R. (2006). Introduction: Aging among Latin American and Caribbean populations. *Journal of Aging and Health, 18*, 149-156.
- 48) Campos MTF, Monteiro JBR, Castro TG, Viana, EC. Correlação entre diferentes parâmetros de avaliação do estado nutricional. Rev Bras Nutr Clin, 2001; 16 (1): 1-5.
- 49) Palloni A, Peláez M. Histórico e natureza do estudo. In: Lebrão ML, Duarte YMO, coordenadores. Saúde, bem-estar e envelhecimento: o projeto SABE no município de São Paulo: uma abordagem inicial. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. 2003;15-32.
- 50) Paschoal, PMS. Epidemiologia do envelhecimento. In: Papaléu Neto M. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Atheneu, 2000;26-43.
- 51) Ramos LR. Envelhecimento populacional: um desafio à saúde pública. In DM Pereira (Org.), Idoso: Encargo ou patrimônio? São Paulo: Corpo Municipal de Voluntários; 60-72.
- 52) Poscia A, Landi F, Collamati A. Public health gerontology and activeaging. A Systematic Review of Key Issues in Public Health. Cham: Springer International Publishing, 2015: 129–51.
- 53) Campos MTF, Monteiro JBR, Ornelas APRC. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. RevNutr 2000; 13 (3): 157-165.

- 54) Ramos LJ, Pizzato AC, Ettrich B, Melnik CS, Goldim J R. Aspectos éticos e nutricionais em uma amostra de idosos institucionalizados e não institucionalizados. *Rev. HCPA*. 2012; 32(2):223-226.
- 55) Campolina AG, Adami F, Santos JLF, Lebrão ML. A transição de saúde e as mudanças na expectativa de vida saudável da população idosa: possíveis impactos da prevenção de doenças crônicas. *Cad Saúde Pública* 2013; 29:1217-29.
- 56) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro. 2001; v.7.
- 57) Lima-Costa MF, Veras R. Saúde pública e envelhecimento [Editorial]. *Cad Saúde Pública* 2003; 19:700-1.
- 58) Lebrão ML. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. *Saúde Coletiva* 2007; 4:135-40.
- 59) Papaléo Netto M, Ponte JR. *Gerontologia: A velhice e o envelhecimento em visão globalizada*. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2002. p. 3-12.
- 60) Fundação IBGE. Censo demográfico 2000: características da população e dos domicílios: resultado do universo. Rio de Janeiro; 2000.
- 61) Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Formulação de Políticas de Saúde. Política nacional de alimentação e nutrição PNAD. Brasília: Ministério da Saúde; 2000.
- 62) Parahyba MI, Simões CCS. A prevalência de incapacidade funcional em idosos no Brasil. *Cien Saúde Coletiva*, 2006; 11(4):967-74.
- 63) Mendes MRSSB, *et al.* A situação social do idoso no Brasil: uma breve consideração. *Acta paulista de enfermagem* 2005; 8(4): 422-6.
- 64) Agostini SB. Nutrição e envelhecimento-como garantir a qualidade de vida daqueles que envelhecem? *Nutrição em Pauta*, 2000; 8:13-18.
- 65) Neri MC, Soares WL. Estimando o impacto da renda na saúde através de programas de transferência de renda aos idosos de baixa renda no Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2007; 23(8):1845-56.
- 66) Silva HO, Carvalho MJAD, Lima FEL, Rodrigues LV. Perfil epidemiológico de idosos frequentadores de grupos de convivência no município de Iguatu, Ceará. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* 2011; 14(1):123-33.
- 67) Lima-Costa MF, Barreto SM. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. *Epidemiol Saúde* 2003; 12(4):189-201.

- 68) Veras R. Em busca de uma assistência adequada à saúde do idoso: revisão da literatura e aplicação de um instrumento de detecção precoce e de previsibilidade de agravos. *Cad Saúde Pública* 2003; 19(3):705-15.
- 69) Christiane Leite-Cavalcanti, Maria da Conceição Rodrigues-Gonçalves, Luiza Sonia Rios-Asciutti, Alessandro Leite-Cavalcanti. Prevalência de doenças crônicas e estado nutricional em um grupo de idosos brasileiros. *Rev. salud pública*. 11 (6): 865-877, 2009.
- 70) Machado, R., Coelho, M., Coelho, K.S.C. Percentual de gordura corporal em idosos: comparação entre os métodos de estimativa pela área adiposa do braço, pela dobra cutânea tricúspita e por bioimpedância tetrapolar. *Rev Bras Geriatr Gerontol.*, Rio de Janeiro, 2010; 13(1):17-27.
- 71) Demographic Yearbook. Recent demographic developments in Europe Council of Europe Publishing 2004.
- 72) Mahan LK, Ecott-Stump S. “Krause” – Alimentos, nutrição e dietoterapia. 11º ed. São Paulo: Ed. Roca, 2005.
- 73) Santos ACO, Machado MMO, Leite EM. Nutritional status: changes with ageing. *Geriatr Gerontol Aging*.2010;4(3):168-175.
- 74) Patrick Alexander Wachholz, Sueleen Cristiane Rodrigues, Roseli Yamane. Estado nutricional e a qualidade de vida em homens idosos vivendo em instituição de longa permanência em Curitiba, PR. *Rev Bras Geriatr Gerontol.*, Rio de Janeiro, 2011; 14(4):625-635.
- 75) Guedes ACB, Gama CR, Tiussi ACR. Avaliação nutricional subjetiva do idoso: Avaliação Subjetiva Global (ASG) versus Mini Avaliação Nutricional (MAN®). Brasília, 2008.
- 76) Pícoli TS, Figueiredo LL, Patrizzi LJ. Sarcopenia e envelhecimento. *Fisioter Mov*. 2011;24(3):455-62.
- 77) Gambert SR, Pinkstaff S. Emerging epidemic: diabetes in old er adults: demography, economic impact, and pathophysiology. *Diabetes Spectrum* 2006;19(4):221–8.
- 78) Fillenbaum GG. The wellbeing of the elderly: approaches to multidimensional assessment. Geneva: WHO; 1984.
- 79) Garcia ANM, Romani SAM, Lira PIC. Indicadores antropométricos na avaliação nutricional de idosos: um estudo comparativo. *Rev Nutr* 2007; 20(4): 371-378.
- 80) Oliveira FA, Reis MA, Castro ECC, Cunha SFC, Teixeira, VPA. Doenças infecciosas como causa de morte em idosos autopsiados. *Rev Soc Bras Med Trop*, 2004; 37: 33-36.

- 81) Marucci MFN, Alves RP, Gomes MMBC. Nutrição na geriatria. In: Silva SMCS, Mura Jσ. Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca; 2007. p. 391-416.
- 82) Coelho MASC, Amorim RB. Avaliação nutricional em geriatria. In: Duarte, Antônio Cláudio Goulart. Avaliação nutricional: aspectos clínicos e laboratoriais. São Paulo: Atheneu; 2007, Cap.15:155-194.
- 83) Rodrigues NC, Rauth J. Os Desafios do envelhecimento no Brasil. In: Freitas EV (ed.). Tratado de gerontologia e geriatria. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
- 84) MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. Atenção à saúde do idoso. Belo Horizonte: SAS/MG, 2006.186p.
- 85) Tinoco ALA, et al. Caracterização do padrão alimentar, da ingestão de energia e nutrientes da dieta de idosos de um município da Zona da Mata Mineira. Rev. Bras. Geriatr e Gerontol,10 (3):20-37, 2007.
- 86) Assis M. Promoção da saúde e envelhecimento: orientações para o desenvolvimento de ações educativas com idosos. 2002.
- 87) Envelhecimento ativo: uma política de saúde / World Health Organization; tradução Suzana Gontijo. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 60p.
- 88) De Tena-Dávila Mata MC, Serrano Garijo P. Mal nutrición nel anciano. En: Salgado Alba A, Guillén Llera F, Rui Pérez Canteral, editores. Manual de geriatría. 3a ed. Barcelona: Masson; 2002.p. 731- 42.
- 89) B. Muñoz Díaz et al. Situación nutricional de pacientes mayores de 65 años en atención domiciliaria. Atención Primaria. 2018;50(2):88-95
- 90) McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. Br Med J 1994;308:945-8.
- 91) OMS, Organização Mundial da Saúde. Manejo da desnutrição grave: um manual para profissionais de saúde de nível superior e suas equipes auxiliares. Genebra, 2000.
- 92) Bueno JM, Martino HSD, Fernandes MFS, Costa LS, Silva RR. Avaliação nutricional e prevalência de doenças crônicas não transmissíveis em idosos pertencentes a um programa assistencial. Ciênc Saúde Coletiva 2008; 13(4):1237-46.
- 93) Pischon T, Lahmann PH, Boeing H, et al. Body size and risk of renal cell carcinoma in the European Prospective Investigation in to Cancer and Nutrition (EPIC). International Journal of Cancer 2006;118(3):728–38.
- 94) Cefalu WT, Wang ZQ, Werbel S, et al. Contribution of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. Metabolism: Clinical and Experimental 1995;44(7):954–9.

- 95) Kuk JL, Katzmarzyk PT, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. Visceral fat is an independent predictor fall-cause mortality in men. *Obesity* 2006;14(2):336–41.
- 96) WHO Active Ageing: A Policy Framework 2002. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs357/en/>.
- 97) WHO, World Health Organization. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. Geneva, 1995.
- 98) WHO, World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva, 1998.
- 99) Sampaio HAC; Sabry MOD. *Nutrição em Doenças Crônicas: prevenção e controle*. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.
- 100) Busnello FM. *Aspectos Nutricionais no Processo do Envelhecimento*. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.
- 101) Clinical guide lines on the identification, evaluation, and treatment of sobrepeso and obesity in adults: executive summary. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Sobrepeso in Adults. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1998;68(4):899–917.
- 102) S.H. Chang et al. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas*, 72 (2012) 175– 191.
- 103) Silveira VN. *A Nutrição no Envelhecimento*. Porto, 2012. 21 p. Revisão temática. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, 2012.
- 104) World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995. (Technical Report Series, 854).
- 105) Vellas BJ, Alberede JL, Garry PJ. Diseases and aging: Patterns of morbidity with age; relationship between aging and age-associated diseases. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:1225S-30S.
- 106) Santos VA, Casado VP, Urbano LS. Dificuldades encontradas na avaliação nutricional de idosos. VI Congresso multiprofissional em saúde: Enigmas da dor. Unifil; 2012.
- 107) Baxter YC, Waitzberg DL, Peres G. Métodos não convencionais, estudo dietético e medida da qualidade de vida. In: Waitzberg DL. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. São Paulo: Atheneu, 2000; 305-319.
- 108) WHO Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull WHO* 1986;6:929-41.

- 109) Barbosa-Silva MCG e Barros AJD. Avaliação Nutricional Subjetiva. Parte 1 - Revisão de sua validade após duas décadas de uso. *ArqGastroenterol.* 2002, 39(3): 181-187.
- 110) Mastroeni MF, et al. Antropometria de idosos residentes no município de Joinville-SC, Brasil. São Paulo, 2007.
- 111) Jacob Filho W, Souza RR. Anatomia e fisiologia do envelhecimento. In: Carvalho Filho ET, Papaléo Netto M (ed.). *Geriatrics: fundamentos, clínica e terapêutica.* São Paulo: Atheneu, 1994:31-41.
- 112) Elia M, Zellipour L, Stratton RJ. To screen or not to screen for adult malnutrition? *Clin Nutr.* 2005; 24(6):867-84.
- 113) Menezes TN, Marucci MFN. Antropometria de idosos residentes em instituições geriátricas, Fortaleza, CE. *Revista de Saúde Pública,* 2005, 39(2).
- 114) Raslan M, Gonzalez MC, Dias MCG, Paes-Barbosa FC, Cecconello I, Waitzberg DL. Aplicabilidade dos métodos de triagem nutricional no paciente hospitalizado. *Rev. Nutr.* 2008; 21(5):553-561.
- 115) Costa, R. F. Avaliação da Composição Corporal (CD-ROM). Santos, FGA Multimídia, 1999.
- 116) Vilaça, KHC, Carneiro JAO, Pessanha, FPAS, Lima NKC, Ferriolli E, Moriguti JC. Estudo comparativo da composição corporal de idosas fisicamente ativas pelos métodos DXA e antropométrico. *Rev. bras. Ci. e Mov.* 2012;20(3):5-13.
- 117) Vitolo MR. *Nutrição: da gestação ao envelhecimento.* Rio de Janeiro: Ed. Rubio, 2008. p 435 – 48.
- 118) St-Onge MP, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition* 2010;26(2):152–5.
- 119) Bassler TC, Lei DLM. Diagnóstico e monitoramento da situação nutricional da população idosa em município da região metropolitana de Curitiba (PR). *Revista de Nutrição,* Jun 2008, 21(3).
- 120) Waitzberg DL, Ferrini MT. Exame Físico e Antropometria. In: Waitzberg DL. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.* São Paulo: Atheneu; 2000: 255-278.
- 121) Coelho MASC, Pereira RS, Coelho KSC. Antropometria e Composição Corporal em Idosos. In: Frank, A.A, Soares, E.A. (Org.). *Nutrição no Envelhecer.* 2 ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2002.

- 122) Frank AA, Soares EA. *Nutrição no Envelhecer*. São Paulo: Atheneu, 2004.
- 123) Avaliação da composição corporal. Disponível em: [http://www.dietanet.hpg.ig.com.br/avaliacao da composição corporal.html](http://www.dietanet.hpg.ig.com.br/avaliacao%20da%20composicao%20corporal.html)
- 124) Vieira A L. *Conhecer os Métodos de Avaliação da Composição Corporal*. Nutridas. 2004; 4:8-15.
- 125) Theodore B, Vanitaline P, Pierson RNJr. Bridging the gap between laboratory and clinic. In: Pierson RNJr editor *Quality of the body cellmass: body composition in the third millennium*. New York: Springer-Verlag; 2000.
- 126) Campos MAG, Pedroso ERP, Lamounier JA, Colosimo EA, Abrantes MM. Estado nutricional e antropometria em idosos: revisão da literatura. *Revista Médica de Minas Gerais*. Vol. 17, 3-4.
- 127) Perissinoto E, et al. Anthropometric measurements in the elderly: ang and gender differences. *Brit. J. Nutr.*, London, 2002, 87:177-186.
- 128) Seidell JC, Visscher TLS. Body weigth and weigth change and their health implications for the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:S33-9.
- 129) Nascimento DBD, Nascimento JEA, Costa HCBAL, Vale HV, Gava MM. Precisão de métodos de estimativa do peso e altura na avaliação do estado nutricional de pacientes com câncer. *RevBrasNutrClin*. 2006; 21(2):111-6.
- 130) Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc*. 1985; 33(5): 116-20.
- 131) Chumlea WC, Guo S, Roche AF. Prediction of body weight for the non ambulatory elderly from anthropometry. *J Am Diet Assoc*. 1988; 88(5): 564-8.
- 132) Shatenstein B, Kergoat MJ, Nadon S. Anthropometric Changes Over 5 Years in Elderly Canadians by Age, Gender, and Cognitive Status. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M483-8.
- 133) Falque-Madrid L, Piñero-Corredor M, Rodriguez NZ, Quintero J, Gabarrón AS, Arias-Marquez N. Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos no institucionalizados del Estado Zulia, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr* 1996;46:190-5.
- 134) Rea IM, Gillen S, Clarke E. Anthropometric measurements from a cross-sectional survey of community dwelling subjects aged over 90 years of age. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:102-6.
- 135) Rezende Fabiane, Rosado Lina, Franceschini Sylvia, Rosado Gilberto, Ribeiro Rita, Bouzas Marins João Carlos. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ArchLatinoam*

- Nutr.;7(4): 327-334, 2007.
- 136) Valente da Silva HG, Santos SO, Silva NO, Ribeiro FD, Josua LL, Moreira ASB. Nutritional assessment associated with length of patients' hospital stay. *Nutr Hosp.* 2012; 27:542-7.
 - 137) Najas MS, Nebuloni C C Avaliação Nutricional In: Ramos LR, Toniolo Neto J. *Geriatria e Gerontologia*. Barueri: Manole; 2005. 1ª ed. p 299.
 - 138)Sizer R, editor. Standards and guide lines for nutritional support of patients in hospitals. Woreester shire: British Association for Parenteral and Enteral Nutrition; 1996.
 - 139) Passero V, Moreira EAM. Estado nutricional de idosos e sua relação com a qualidade de vida. *Rev Nutr.* 2003;18(1):1-7.
 - 140) Moreira RMM, Horie NCO. In: Jacob Filho W. *Terapêutica do idoso*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2008, p. 351-70.
 - 141) Lohman, TG.; Roche, AF.; Martorell, R. *Anthropometric standar dization reference manual*. Human Kinetics: Champaign, 1988.
 - 142) World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO; 1995. Report of the WHO Expert Committee WHO Technical Report Series, 854.
 - 143) Cuervo M, Ansorena D, García A, González Martínez MA, Astiasarán I, Martínez JA. Valoración de la circunferencia de la pantorrilla como indicador de riesgo de desnutrición en personas mayores. *Nutr Hosp.* 2009;24:63-7.
 - 144) Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. *Mini Nutritional Assessment (MNA): Research and Practice in the elderly*. Nestle nutrition workshop series. Clinical & programme 1999; v1.
 - 145) Yamatto TH. Avaliação Nutricional. In: Toniolo Neto J, Pintarelli VL, Yamatto TH. *A Beira do Leito: Geriatria e Gerontologia na prática Hospitalar*. Barueri: Manole; 2007. p 23.
 - 146) <http://www.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40511-avaliacao-do-peso-imc-na-terceira-idade>
 - 147) Santos ACO, Machado MMO, Leite EM. Envelhecimento e alterações do estado nutricional. *Geriatria & Gerontologia*. 2010;4(3):168-75.
 - 148) Moraes EM, et al. Avaliação clínico-funcional do idoso. In: Moraes EM. *Princípios básicos de geriatria e gerontologia*. Belo Horizonte: Coopmed; 2008, p. 63-84.

- 149) Coelho AK, Rocha FL, Fausto MA. Prevalence of under nutrition in elderly patients hospitalized in a geriatric unit in Belo Horizonte, MG, Brazil. *Nutrition*. 2006; 22:1005-11.
- 150) Organización Mundial de la Salud. El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Ginebra: OMS; 1995. p.452. OMS, Serie de Informes Técnicos, 854.
- 151) Weigley ES. Adolphe Quetelet (1796-1874): pioneer anthropometrist. *Nutr Today*. 1989; 24(2):12-6.
- 152) Souza, R.; Schimit, J.F.; Gottschall, C.B.A.; Busnello, F.M.; Estela Iraci Rabito, E.I. Anthropometry assessment in the elderly: estimates of weight and height and agreement between BMI ratings. *Rev. bras. geriatr. gerontol.* vol.16 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2013.
- 153) Rech CR, Petroski EL, Böing O, Júnior RJB, Soares MR. Concordância Entre as Medidas de Peso e Estatura Mensuradas e Auto-Referidas para o Diagnóstico do Estado Nutricional de Idosos Residentes no Sul do Brasil. *Rev Bras Med Esporte*. 2008; Vol. 14, No 2.
- 154) Félix LN, Souza EMT. Avaliação nutricional de idosos em uma instituição por diferentes instrumentos. *Rev. Nutr. Campinas*. 2009; 22(4):571-580.
- 155) Sampaio LR, Figueiredo VC. Correlação entre o índice de massa corporal e os indicadores antropométricos de distribuição de gordura corporal em adultos e idosos. *Rev Nutr*. 2005; 18(1):53-61.
- 156) Noppa H, Andersson M, Bruce A, Isaksson B. Longitudinal study of anthropometric data and body composition: the population study of women in Goteberg, Sweden. *Am J Clin Nutr*. 1980;33: 155-62.
- 157) Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care*, 1994; 21:55-67.
- 158) Henry, CJK. Body mass index and the limits of human survival. *Eur. J. clin. Nutr.*, 44:329-35, 1990.
- 159) Anjos LA. Índice de massa corporal (massa corporal. estatura-2) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. *Rev Saúde Pública* 1992; 26:431-6.
- 160) USDA. Center for Nutrition Policy and Promotion. Dietary guidelines for americans. Washington: Dietary Guidelines Advisory Committee; 2000.
- 161) WHO - World Health Organization. Regional Office for Europe. Nutrition and Food Security Geneva: WHO; 2004. (NFS).
- 162) Valente, Marcelo. Índice de Massa Corporal (IMC) x Mortalidade. Atualizações

em geriatria. Santa Casa de São Paulo, 2015.

- 163) Cervi, A. Sylvia do Carmo Castro Franceschini, S.C.C., Priore, S. E. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. *Revista Nutr.* vol.18no.6. Campinas Nov./Dec. 2005.
- 164) Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath Jr CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *The New England Journal of Medicine* 1999;341(15):1097–105.
- 165) Visscher TL, Seidell JC, Molarius A, van der Kuip D, Hofman A, Witteman JC. A comparison of body mass index, waist–hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity* 2001;25(11):1730–5.
- 166) Santos DM, Sichieri R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. *Rev Saúde Pública*, 2005; 39:163-8.
- 167) Bales CW, Ritchie CS. Sarcopenia, weightloss, and nutritional frailty in the elderly. *Annual Review of Nutrition* 2002;22:309–23.
- 168) Price GM, Uauy R, Breeze E, Bulpitt CJ, Fletcher AE. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist–hip ratio, not high body mass index, is associated with a greater risk of death. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006;84(2):449–60.
- 169) Silveira EA, Kac G, Barbosa LS. Prevalência e fatores associados à obesidade em idosos residentes em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil: classificação da obesidade segundo dois pontos de corte do índice de massa corporal. *Cad. Saúde Pública*. 2009; 25(7):1569-1577.
- 170) Chumlea WC, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Columbus (OH): Ross Laboratories; 1987.
- 171) National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). Atlanta: National Heart, Lung and Blood Institute; 1991.
- 172) Scherer F, Vieira JLC. Estado nutricional e sua associação com risco cardiovascular e síndrome metabólica em idosos. *Rev Nutr*. 2010;23(3):347-55.
- 173) Stevens J, Juhaeri, Cai J, Jones DW. The effect of decision rules on the choice of a body mass index cutoff for obesity: examples from African American and white women. *Am J Clin Nutr*. 2002; 75(6):986-92.
- 174) Carvalho JA, Carvalho AP, Alves FA. Perfil nutricional associado ao índice de obesidade de idosos do centro de Saúde Sebastião Pinheiro Bastos, AAP-VR, Volta

Redonda-RJ. Ver. Práxis. 2009, 1(1): 43-50.

- 175) Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho W, Meireles ES, Marucci MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. Arquivos Latinoamericanos de Nutrição. 2001, 51(1) supl 51.
- 176) Monteiro AB, Filho JF. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano. 2002; 4(1): 80-92.
- 177) Mello MT, Dâmaso AR, Antunes HKM, Siqueira KO, Castro ML, Bertolino SV, et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. Rev Bras Med Esporte, 2005, 11(5): 267-270.
- 178) Shetty PS, James WPT. Body mass index - a measure of chronic energy deficiency in adults. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1994.
- 179) Womersley J. A comparison of the skinfold method with extent of 'sobrepeso' and various weight-height relationships in the assessment of obesity. Br J Nutr. 1977; 38(2):271-84.
- 180) Nagaya T, Yoshida H, Takahashi H, Matsuda Y, Kawai M. Body mass index (weight/height²) or percentage body fat by bioelectrical impedance analysis: which variable better reflects serum lipid profile? In J Obesity. 1999; 23(7):771-4.
- 181) Micozzi MS, Harris TM. Age variations in the relation of body mass indices to estimates of body fat and muscle mass. Am J Phys Anthropol. 1990; 81(3):375-9.
- 182) Lerario DDG, Gimeno SG, Franco LJ, Lunes M, Ferreira SRG. Excesso de peso e gordura abdominal para a síndrome metabólica em nipo-brasileiros. Rev Saúde Pública. 2002; 36(1):4-11.
- 183) Cabrera, MAS, Jacob Filho W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e comorbidades. Arq Bras Endocrinol Metab. 2001; 45(5):494-501.
- 184) Elia M, Zellipour L, Stratton RJ. To screen or not to screen for adult malnutrition? Clin Nutr. 2005; 24(6):867-84.
- 185) E. Araujo, Fuzziness in Medical Measurement and Approximate Reasoning, in Fuzziness and Medicine: Philosophical Reflections and Application Systems in Health Care, R. Seising, M. E. Tabacchi, Ed. Springer-Verlag, Berlin, pp. 233--249, ch. 16, 2013.
- 186) Pedrycz, F. Gomide, An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design, MIT Press: Boston, 1998.
- 187) Marro AA, Souza AMC, Cavalcante ERS, Bezerra GS, Nunes RO. Lógica Difusa:

Conceitos e aplicações. Departamento de Informática e Matemática Aplicada (DIMAp) Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Natal – RN – Brasil

- 188) Silva R. “LEPIDUS: Sistema especialista em medicina geral”. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil; 2001.
- 189) Ortega NRS. Aplicação da Teoria de Conjuntos Difuso a Problemas da Biomedicina. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. (Tese de Doutorado).
- 190) Zadeh, L. A. Fuzzy sets. *Information and Control* Volume 8, Issue 3, June 1965, Pages 338-353.
- 191) Pedrycz, W. and Gomide, F. (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*, MIT Press, Boston.
- 192) Bellman, R. E. and Zadeh, L. A. (1970). Decisionmaking in a fuzzy environment, *Management Science* 17(4): B 141–164.
- 193) Novák, V.; Perfilieva, I.; Mockor, J. (1999). *Mathematical principles of fuzzy logic*. Dordrecht: Kluwer Academic. ISBN 978-0-7923-8595-0.
- 194) Araujo, E. *Lógica Difusa (Fuzzy) e Raciocínio Lógico Aproximado: Conceitos e aplicações*. Synergismus Scientifica UTFPR, Pato Branco, 04 (02). 2009.
- 195) Araújo, E, Biscione, FM. Sistema difuso de avaliação de aspectos subjetivos da complexidade de pacientes em assistência domiciliar. XIII Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS 2012.
- 196) Susana A. Miyahira, Ernesto Araujo, Fuzzy Obesity Index for Obesity Treatment and Surgical Indication, *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Hong Kong, China, pp. 2392-2397, 2008.
- 197) Susana A. Miyahira, Joao L.M.C.A. Ernesto Araujo, Fuzzy obesity index (MAFOI) for obesity evaluation and bariatric surgery indication, *J Translational Medicine*, v. 9, n. 134, 2011.
- 198) Antika Thapar, Mehar Goyal, A fuzzy expert system for diagnosis of malnutrition in children, *IEEE-Region-10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, Dayalbagh, India, 2016.
- 199) Marjan Mansourvar, Adeleh Asemi, et al., A Fuzzy Inference System for Skeletal Age Assessment in Living Individual, *Int J Fuzzy Systems*, v. 19, n. 3, pp. 838-848, 2017.
- 200) E.B. Galvao, E. Araujo, Fuzzy assessment of weight and height for the elderly, XIV Scientific Meeting and undergraduate research project of Anhembi Morumbi, São Paulo, SP, Brazil, 2018.
- 201) São Paulo, SP, Brazil, 2018.

- 202) S.H. Ahn, C. Wang et al., Comparison of Clustering Methods for Obesity Classification, IEEE IEEM Intern Conf Industrial Engineering and Engineering Management, Bangkok, Thailand, pp. 1821-1825, 2018.
- 203) Shaista Habib, Muhammad Akram, Medical decision support systems based on Fuzzy Cognitive Maps, Int J Biomathematics, v. 12, n. 6, 2019.
- 204) S. Wieskotten, S. Heinke, et al., Bioimpedance-based Identification of Malnutrition Using Fuzzy-Logic, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Seoul, South Korea, pp. 1037-1040, 2006.
- 205) S. Wieskotten, S. Heinke, et al., Bioimpedance-based identification of malnutrition using fuzzy logic, Physiological Measurement, v. 29, n. 5, 639-654, 2008.
- 206) Iman Azarkhish, Mohammad R. Raoufy, Shahriar Gharibzadeh, Artificial Intelligence Models for Predicting Iron Deficiency Anemia and Iron Serum Level Based on Accessible Laboratory Data, J Medical Systems, v. 36, n. 3, pp. 2057-2061, 2012.
- 207) V. Positano, A. Gastaldelli, et al., An accurate and robust method for unsupervised assessment of abdominal fat by MRI, J. Magnetic Resonance Image, v. 20, n. 4, pp. 684-689, 2004.
- 208) Sri Winiarti, Sri Kusumadewi, et al., Determining The Nutrition of Patient Based on Food Packaging Product Using Fuzzy C Means Algorithm, International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), Yogyakarta, Indonesia, pp. 422-427, 2017.
- 209) IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2013 Manual de Antropometria Rio de Janeiro 2013.
- 210) LOHMAN, T. G. Advances in body composition assessment. Current issues in exercises science series. Monograph n.3. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 211) LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics: Champaign, 1988.
- 212) CHUMLEA, W. A.; ROCHE, A. F.; MUKHERJEE, D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Columbus: Ross Laboratories. 1987.
- 213) Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Harbor, 1990.
- 214) Lanpop. Manual de técnicas antropométricas. <http://www.fsp.usp.br/lanpop>

Anexos

Anexo A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Sobre a Pesquisa

Grato pelo seu interesse em participar da pesquisa através de um questionário e avaliação antropométrica (física) compondo o projeto de pesquisa “Avaliação difusa do estado nutricional de idosos utilizando medidas e indicadores antropométricos”. Os dados do questionário serão coletados com o objetivo de identificar os principais indicadores antropométricos relacionados a avaliação do estado nutricional sendo parte de uma pesquisa de Mestrado em Engenharia Biomédica, na Universidade Anhembi Morumbi, que visa propor um Sistema Difuso de Suporte a Decisão para análise do estado nutricional.

A pesquisa é amparada pela Universidade Anhembi Morumbi, sendo desenvolvida pela mestranda Elizabeth Barbosa Galvão, e seu orientador o Professor Dr. José Ernesto De Araújo Filho.

O resultado da pesquisa tornar-se-á público através de meio eletrônico (homepage) e biblioteca da Universidade, assim como divulgação em meio científico.

Risco e benefícios da pesquisa

Riscos: O presente estudo oferece riscos mínimos relacionados a desconfortos, vantagens financeiras ou desvantagens para os envolvidos. Os riscos mínimos que podem acontecer é o constrangimento diante de alguma pergunta ou durante a aferição das medidas corporais não oferecendo risco de lesão. Os métodos adotados para proteção dos voluntários consistem na preservação do anonimato deles através do uso de pseudônimos (se necessário), sigilo dos dados e utilização deles somente para esta pesquisa. É garantida a indenização ao voluntário diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Benefícios:

Resultados em Saúde - Com o desenvolvimento de um sistema difuso de avaliação nutricional e de saúde espera-se obter uma avaliação acessível e abrangente do estado

nutricional a fim de efetivamente contribuir para a melhoria das condições de saúde, nutricional e qualidade de vida, através uma visão geral da situação atual do estado nutricional e de saúde dos idosos comparado às classificações atuais utilizadas. Pode-se ainda contribuir para a evolução da qualidade da assistência prestada ao indivíduo e consequente diminuição com os gastos relativos à saúde devido à prevenção e detecção precoce de patologias relacionadas ao estado nutricional.

Resultados em Tecnologia - Obter um sistema computacional que possa ser utilizado em diversos ambientes operacionais e que permita aos profissionais da saúde agilizar, homogeneizar e ter uma idoneidade no processo de diagnóstico e avaliação nutricional em idosos.

Armazenamento e utilização de dados

Os dados serão utilizados somente para a pesquisa, é garantida a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa. Seus dados pessoais não serão compartilhados com terceiros. Os dados serão armazenados pelo período necessário para conduzir a pesquisa, ou seja, durante o período de coleta, definido em aproximadamente quatro meses.

O questionário está dividido em duas etapas: o preenchimento através de uma entrevista do questionário e uma avaliação antropométrica (física). O questionário será aplicado por um avaliador e as respostas serão codificadas e utilizadas para a modelagem de um sistema difuso.

Coleta de dados

Os voluntários têm garantia de plena liberdade ao participar da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Para que esta pesquisa tenha validade, as suas respostas devem corresponder à sua vivência no dia-a-dia. Para melhor caracterização da amostra o protocolo inicial da pesquisa conta com as seguintes etapas:

- a) Coleta dos dados realizada em um primeiro momento através de uma entrevista

padronizada e individual através de um formulário, feita pelo avaliador em um espaço reservado, contendo perguntas sobre os dados demográficos como idade (anos) e sexo (masculino e feminino).

b) Avaliação do estado nutricional dos participantes será realizada através da avaliação antropométrica utilizando os seguintes indicadores que serão obtidos a partir de procedimentos padronizados:

- Peso Corporal (Kg), Estatura (cm), Circunferências do braço, da coxa e da panturrilha (cm), IMC (índice de massa corporal) (Kg/m^2).

O voluntário após responder o questionário junto ao avaliador passará pela avaliação antropométrica com aferição das medidas corporais. No momento de aferição da massa corporal, será solicitado aos idosos retirar sapatos, relógios, pulseiras, chapéu, boné, cinto, xale e demais acessórios que acarretassem aumento de massa corporal.

c) Após o período destinado para coleta de dados será feito a análise no banco de dados gerado e as variáveis antropométricas coletadas serão analisadas para utilização na geração do sistema *difuso* de avaliação nutricional do idoso. O sistema será desenvolvido com a utilização da lógica difusa, com variáveis linguísticas de entrada, com seus respectivos termos linguísticos e uma variável linguística de saída denominada estado nutricional. Estas relacionam-se por meio de regras baseadas no método de inferência SE-ENTÃO. Os dados coletados serão comparados aos critérios já existentes para a avaliação nutricional de idosos.

Caso seja identificado alguma alteração do estado nutricional o voluntário será encaminhado a equipe de SF responsável para dar continuidade a conduta nutricional adequada.

TCLE assinado em 2 (duas) vias, sendo uma entregue ao voluntário.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Declaro que li e entendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e vou participar da pesquisa.

Declaro que não irei participar da pesquisa.

Nome do(a) Voluntário(a):

Elizabeth Barbosa Galvão - Pesquisador

Contatos

Caso você tenha alguma pergunta ou sugestão nos contate.

Telefone: (31) 99136-6445. E-mail: elizabethgalvao@yahoo.com.br

CEP da Universidade Anhembi Morumbi

Rua Casa do Ator, 294 - 7º andar - Unidade 5 Bairro: Vila Olímpia CEP: 04.546-000

Telefone: (11)3847-3052.E-mail: agmarota@anhembi.br

CEP da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte

Rua Frederico Bracher Júnior, 103/3º andar/sala 302 - Padre Eustáquio - Belo Horizonte

- MG. CEP: 30.720-000 Telefone: 3277- 5309. E-mail: coep@pnh.gov.br