

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

VITOR GOMES RIBEIRO

**MODELAGEM NEURO-FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS
IMPACTANTES EM DIABETES, HIPERTENSÃO E OBESIDADE, COMO
SUBSÍDIO NO TEMA SEGURANÇA ALIMENTAR**

TUPÃ

2023

VITOR GOMES RIBEIRO

**MODELAGEM NEURO-FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS
IMPACTANTES EM DIABETES, HIPERTENSÃO E OBESIDADE, COMO
SUBSÍDIO NO TEMA SEGURANÇA ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Almeida Gabriel Filho
Coorientador: Bruno César Góes
Coorientador: Luana Possari Maziero Costa

**TUPÃ
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

R484m Ribeiro, Vitor Gomes.
Modelagem neuro-fuzzy para avaliação de variáveis impactantes em diabetes, hipertensão e obesidade, como subsídio no tema segurança alimentar. / Vitor Gomes Ribeiro. – Tupã: [s.n.], 2023.
70 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) –Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2023.

Orientador: Luis Roberto Almeida Gabriel Filho

Coorientador: Bruno César Góes

Coorientadora: Luana Possari Maziero Costa

1. Doenças Crônicas Não Transmissíveis. 2. Lógica Fuzzy.
3. Intersetorial.. I. Título. II. Autor.

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202. Essa ficha não pode ser modificada.

Impacto potencial desta pesquisa

Esta pesquisa apresenta impactos sociais e econômicos. Os resultados desta pesquisa têm o potencial de serem usados para melhor análise de fatores que provocam obesidade, diabetes e hipertensão, e contribuir na formulação de políticas públicas e programas de saúde, agricultura, assistência social e educação, contribuindo para melhorar a qualidade de vida da comunidade e uso mais eficiente de recursos.

Potential impact of this research

This research presents social and economic impacts. The results of this research have the potential to be used to better analyze factors that cause obesity, diabetes and hypertension, and contribute to the formulation of public policies and health, agriculture, social assistance and education programs, contributing to improving the quality of life of the population. community and more efficient use of resources.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Tupã



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MODELAGEM NEURO-FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS IMPACTANTES EM DIABETES, HIPERTENSÃO E OBESIDADE, COMO SUBSÍDIO NO TEMA SEGURANÇA ALIMENTAR

AUTOR: VITOR GOMES RIBEIRO

ORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO

COORDENADORA: LUANA POSSARI MAZIERO COSTA

COORDENADOR: BRUNO CÉSAR GÓES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências (Área: Agronegócio e Desenvolvimento), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. LUANA POSSARI MAZIERO COSTA (Participação Virtual)
Área de Gestão / Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - Tupã/SP

Prof. Dr. DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Tecnologia em Agronegócio / Faculdade de Tecnologia - FATEC - Presidente Prudente/SP

Profa. Dra. MARIA RITA MARQUES DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Depto. de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / Instituto de Biociências - IB - UNESP - Botucatu/SP

Tupã, 04 de setembro de 2023



Dedico a minha esposa, aos meus filhos, aos meus pais e aos meus amigos, pelo apoio durante toda a jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho pela grandiosa dedicação e o fundamental apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento pelos ricos e diferenciados ensinamentos.

A UNESP Campus de Tupã por proporcionar uma valiosa oportunidade para o meu desenvolvimento global.

RIBEIRO, Vitor Gomes. **Modelagem *neuro-fuzzy* para avaliação de variáveis impactantes em diabetes, hipertensão e obesidade, como subsídio no tema segurança alimentar.** 2023. 70. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Tupã, 2023.

RESUMO

O número de pessoas com Doenças Crônicas Não Transmissíveis - DCNT, no Brasil, tem aumentado muito nos últimos anos e, como efeito, tem ocasionado a maioria das mortes no país. A obesidade, a hipertensão e a diabetes são doenças que figuram como grandes causadoras destas mortes, tendo em comum seus fatores de risco. Este trabalho analisou os fatores de risco das enfermidades obesidade, diabetes e hipertensão, utilizando as estimativas da frequência e da distribuição sociodemográfica da pesquisa Vigitel 2019 das capitais brasileiras e Distrito Federal. Em seguida, realizou-se análise de correlação para determinar os fatores de risco de maiores correlações com as doenças, utilizando software Minitab®, ~~combinando duas variáveis de entrada~~ para obtenção de uma variável saída. Foi usado o software MatiLab® para elaboração de modelo *neuro-fuzzy* ANFIS (Sistema de Inferência Fuzzy Neuro-Adaptativo), que combina três variáveis de entrada para a obtenção de uma variável saída. O modelo *neuro-fuzzy* elaborou as melhores combinações das variáveis do Vigitel 2019, objetivando melhorar o enfrentamento das variáveis saída obesidade, hipertensão e diabetes. Os resultados foram três modelos matemáticos com 99% de assertividade, tendo como as variáveis mais significativas o consumo diário de frutas e hortaliças, o excesso de peso, o consumo de alimentos ultraprocessados, a atividade física no tempo livre e a insuficiência de atividade física.

Palavras-chave: Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Lógica *Fuzzy*. Intersetorial.

RIBEIRO, Vitor Gomes. **Neuro-fuzzy modeling to evaluation of impacting variables in diabetes, hypertension and obesity, to support food security.** 2023. 70. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering. Tupã, 2023.

ABSTRACT

Frequency estimates and socio-demographic distribution from the 2019 Vigitel survey were used to analyze the risk factors for obesity, diabetes and hypertension in Brazilian capitals and the Federal District. Correlation analysis was performed to determine the risk factors with the highest correlations with the diseases using Minitab® software, combining two input variables to obtain an output variable. The MatiLab® software was used to develop a neuro-fuzzy model ANFIS (Neuro-Adaptive Fuzzy Inference System), which combines three input variables to obtain an output variable. The neuro-fuzzy model elaborated the best combinations of the variables “consumption of fruits and vegetables”, “excess weight” and “consumption of ultra-processed foods”, aiming to improve the coping with the obesity output variable. The result was a mathematical model with 99% accuracy, with the most significant variables being the daily consumption of fruits and vegetables, overweight, consumption of ultra-processed foods, physical activity in free time and insufficient physical activity.

Keywords: Noncommunicable Chronic Diseases. Fuzzy logic. Intersectoral.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva (média e desvio padrão) de todas as variáveis em estudo.....	46
Tabela 2 - Correlações das variáveis de entrada com as variáveis de saída	49
Tabela 3 - Correlações das variáveis de entrada entre si	50
Tabela 4 - Correlações das variáveis de saída entre si	50
Tabela 5 - Passos realizados para formação dos agrupamentos	54
Tabela 6 - Resultados de diversos modelos com Saída 1, com entradas dadas por combinações entre as variáveis E2, E3, E5, E6 e E9	55
Tabela 7 - Resultados dos modelos de Regressão para a saída S1 (obesidade), com entradas E2, E3, E5.....	56
Tabela 8 - Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada.....	64
Tabela 9 - Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.....	65
Tabela 10 - Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição.....	66
Tabela 11 - Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.....	70
Tabela 12 - Resultados de diversos modelos de regressão linear múltipla com Saída 2, com entradas dadas por combinações entre as variáveis E1, E2, E3, E4 e E6.....	72
Tabela 13 - Resultados dos modelos de Regressão para a saída S2 (hipertensão), com entradas E2, E3, E6.....	72
Tabela 14 - Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada	80
Tabela 15 - Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.....	82
Tabela 16 - Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição de cada regra do modelo elaborado.....	83
Tabela 17 - Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.....	87
Tabela 1 - Resultado do modelo de regressão linear múltipla com Saída 3,	

com entradas dadas por combinações entre as variáveis E3, E6 e E7.....	88
Tabela 19 - Resultados dos modelos de Regressão para a saída S3 (diabetes), com entradas E3, E6, E7.....	89
Tabela 20 - Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada.....	97
Tabela 21 - Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.....	99
Tabela 22 - Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição de cada regra do modelo elaborado.....	99
Tabela 23 - Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.....	103
Tabela 24. Percentual de adultos (≥ 18 anos) com excesso de peso ($\text{IMC} \geq 25\text{kg/m}^2$), por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	110
Tabela 25. Percentual de indivíduos com excesso de peso ($\text{IMC} \geq 25\text{kg/m}^2$) no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal.....	111
Tabela 26. Percentual de adultos (≥ 18 anos) com obesidade ($\text{IMC} \geq 30\text{kg/m}^2$), por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	112
Tabela 27. Percentual de indivíduos com obesidade ($\text{IMC} \geq 30\text{kg/m}^2$) no Conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	113
Tabela 28. Percentual de adultos (≥ 18 anos) que consomem frutas e hortaliças em cinco ou mais dias da semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	114
Tabela 29. Percentual de indivíduos que consomem frutas e hortaliças em cinco ou mais dias da semana, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	115
Tabela 30. Percentual de adultos (≥ 18 anos) que consomem cinco ou mais porções diárias de frutas e hortaliças, por sexo,	

segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	116
Tabela 31. Percentual de indivíduos que consomem cinco ou mais porções diárias de frutas e hortaliças, no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	117
Tabela 32. Percentual de adultos (>=18 anos) que consomem refrigerantes em cinco ou mais dias da semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	118
Tabela 33. Percentual de indivíduos que consomem refrigerantes em cinco ou mais dias da semana no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	119
Tabela 34. Percentual de adultos (>=18 anos) que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos não ou minimamente processados protetores para doenças crônicas no dia anterior à entrevista, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	120
Tabela 35. Percentual de indivíduos que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos não ou minimamente processados protetores para doenças crônicas no dia anterior à entrevista, no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	121
Tabela 36. Percentual de adultos (>=18 anos) que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos ultraprocessados no dia anterior à entrevista, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	122
Tabela 37. Percentual de indivíduos que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos ultraprocessados no dia anterior à entrevista, no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	123
Tabela 38. Percentual de adultos (>=18 anos) que praticam atividades físicas no tempo livre equivalentes a pelo menos 150 minutos de	

atividade de intensidade moderada por semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	124
Tabela 39. Percentual de indivíduos que praticam atividades físicas no tempo livre equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	125
Tabela 40. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que praticam atividades físicas no deslocamento equivalente a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana**, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	126
Tabela 41. Percentual* de indivíduos que praticam atividades físicas no deslocamento equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana** no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	127
Tabela 42. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) com prática insuficiente de atividade física**, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	128
Tabela 43. Percentual* de indivíduos com prática insuficiente de atividade física no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	129
Tabela 44. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) fisicamente inativos, ** por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	130
Tabela 45. Percentual* de indivíduos fisicamente inativos** no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	131
Tabela 46. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que despendem três ou mais horas do tempo livre assistindo à televisão ou usando computador, tablet ou celular, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	132
Tabela 47. Percentual* de indivíduos que despendem três ou mais	

horas do tempo livre assistindo à televisão ou usando computador, tablet ou celular, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	133
Tabela 48. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de hipertensão arterial, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	134
Tabela 49. Percentual* de indivíduos que referiram diagnóstico médico de hipertensão arterial no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	135
Tabela 50. Percentual* de adultos com hipertensão arterial (≥ 18 anos) que referiram tratamento medicamentoso da doença, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	136
Tabela 51. Percentual* de indivíduos com hipertensão que referiram tratamento medicamentoso para a doença no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	137
Tabela 52. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de diabetes, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	138
Tabela 53. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de diabetes no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	139
Tabela 54. Percentual* de adultos com diabetes (≥ 18 anos) que referiram tratamento medicamentoso para a doença, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal.....	140
Tabela 55. Percentual* de indivíduos com diabetes que referiram tratamento medicamentoso para a doença no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade.....	141
Tabela 56. Frequência anual dos indicadores do Vigitel com variação temporal estatisticamente significativa. População adulta (≥ 18 anos), de ambos os	

sexos, das capitais dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal (2006-2019)	142
Tabela 57. Indicadores do Vigitel com variação temporal estatisticamente significativa, por sexo. População adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal (2006-2019)	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura típica de um modelo ANFIS.....	41
Figura 2 – Gráfico tipo Boxplot das variáveis de entrada.....	46
Figura 3 – Gráfico tipo Boxplot das variáveis de saída.....	47
Figura 4 – Histograma das variáveis de entrada E1 a E8.....	48
Figura 5 – Histograma das variáveis de saída e da variável de entrada E9.....	49
Figura 6 – Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de entrada com as variáveis de saída.....	51
Figura 7 – Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de saída entre si.....	52
Figura 8 – Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de entrada entre si.....	53
Figura 9 – Dendograma representando os três agrupamentos de variáveis formados.....	55
Figura 10 – Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$,.....	56
Figura 11 – Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$	57
Figura 12 – Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$	57
Figura 13 – Mapas de contorno do modelo regressão linear múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$	58
Figura 14 – Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$	59
Figura 15 – Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$	59
Figura 16 – Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$,.....	60
Figura 17 – Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$	61
Figura 18 – Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$	61
Figura 19 – Mapas de contorno do modelo regressão polinomial múltipla,	

com valores fixados em $E5 = 17,2\%$	62
Figura 20 – Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$	63
Figura 21 – Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$	63
Figura 22 – Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).....	64
Figura 23 – Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.....	65
Figura 24 – Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S1 – Obesidade....	66
Figura 25 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em $E5 = 17,2\%$	67
Figura 26 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em $E3 = 22,2\%$	68
Figura 27 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em $E2 = 54,7\%$	69
Figura 28 – Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.....	71
Figura 29 – Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, valor fixado em $E6 = 41\%$	73
Figura 30 – Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, valor fixado em $E3 = 22\%$	73
Figura 31 – Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, para valores fixados em $E2 = 55\%$	74
Figura 32 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	75
Figura 33 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	75
Figura 34 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$	76
Figura 35 – Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão	

polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	77
Figura 36 – Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	77
Figura 37 – Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$	78
Figura 38 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	78
Figura 39 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	79
Figura 40 – Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$	79
Figura 41 – Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).....	81
Figura 42 – Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.....	82
Figura 43 – Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S2 - Hipertensão...	83
Figura 44 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em $E6 = 41\%$	84
Figura 45 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em $E3 = 22\%$	85
Figura 46 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em $E2 = 55\%$	86
Figura 47 – Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.....	88
Figura 48 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$	89
Figura 49 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	90
Figura 50 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	90
Figura 51 – Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla,	

para valor fixado em $E7 = 44\%$	91
Figura 52 – Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	91
Figura 53 – Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	92
Figura 54 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$	93
Figura 55 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	94
Figura 56 – Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	94
Figura 57 – Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$	95
Figura 58 – Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$	95
Figura 59 – Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$	96
Figura 60 – Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).....	97
Figura 61 – Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.....	98
Figura 62 – Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S3 – Diabetes.....	100
Figura 63 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em $E7 = 44\%$	100
Figura 64 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em $E6 = 41\%$	101
Figura 65 – Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em $E3 = 22\%$	102
Figura 66 – Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.....	104

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	23
2.1 Segurança Alimentar e Nutricional	29
2.2 Política Nacional de Alimentação e Nutrição – PNAN	30
2.3 Cadeias Agroalimentares Curtas	33
2.4 Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE	34
2.5 Intersetorialidade nas políticas públicas	35
2.6 Obesidade, hipertensão e diabetes	36
2.7 Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico	37
3 OBJETIVOS	38
3.1 Objetivo geral	38
3.2 Objetivos específicos	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1 Método de análise estatística das variáveis e análise de regressão	39
4.2 Método de elaboração dos modelos Neuro-fuzzy ANFIS	40
4.3 Validação dos modelos	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Análise estatística das variáveis	44
5.2 Modelo Matemático 1 (Obesidade)	55
5.2.1 Modelos de regressão múltipla.....	55
5.2.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS	64
5.3 Modelo Matemático 2 (Hipertensão)	72
5.3.1 Modelos de regressão múltipla.....	72
5.3.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS	80

5.4 Modelo Matemático 3 (Diabetes)	88
5.4.1 Modelos de regressão múltipla.....	88
5.4.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS	98
6 CONCLUSÕES	105
7 REFERÊNCIAS	107
ANEXOS	110

1 INTRODUÇÃO

Em 2019, especificamente nos dois últimos meses, o projeto de pesquisa “Chamada CNPq/MS/SAPS/DEPROS nº27/2020 – PESQUISA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E FATORES DE RISCO ASSOCIADOS”, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, foi submetido e obteve a aprovação. Sua execução exigiu a decomposição em partes conforme especialidades dos membros, permitindo assim que uma dessas partes tornara-se a presente dissertação de mestrado.

Este trabalho propõe elaborar modelo *neuro-fuzzy* capaz de contribuir para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis diabetes, hipertensão e obesidade.

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis – DCNT, são, atualmente, as maiores causadoras de mortes no mundo, e a diabetes, a hipertensão e a obesidade são doenças de grande representatividade neste cenário. Os números mostram uma realidade preocupante: mais de 70% de todas as mortes do mundo são causadas pelas DCNT, e no Brasil a realidade deste índice não se difere. O crescimento dos fatores de risco tabaco, sedentarismo, uso prejudicial do álcool, dietas não saudáveis e excesso de peso, tem sido responsável por dois terços dos novos casos de doenças crônicas não transmissíveis (MIOTTO et al., 2020).

Dados da pesquisa brasileira “Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico” (VIGITEL), indicam altas porcentagens das populações das capitais brasileiras com obesidade, diabetes, hipertensão e dietas não saudáveis, excesso de peso, sedentarismo, dentre outros fatores de risco (VIGITEL, 2019).

O cenário brasileiro foi composto por um custo de R\$ 3,5 bilhões em 2018, para o enfrentamento da diabetes, hipertensão e obesidade, considerando somente os gastos pelo Sistema Único de Saúde – SUS (NILSON et al., 2020). Os países de baixa e média renda, incluindo o Brasil, são os mais atingidos pelas DCNT, devido as condições vulneráveis as quais as sociedades estão expostas e a dificuldade do Estado em exercer seu papel como intermediário entre os diversos. O Brasil avançou em governança e segurança alimentar e nutricional, principalmente em ações inter-setoriais, gerando como resultado a diminuição da pobreza e da fome (TABAI, 2017). Contudo, a qualidade nutricional tem-se apresentado como um grande desafio.

A Segurança Alimentar e Nutricional - SAN, segundo a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2006), é o direito de todo cidadão ter o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade e quantidade suficientes, tendo como base práticas alimentares que promovam a saúde.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é o maior programa de segurança alimentar no Brasil. A alimentação escolar é implementada como um direito dos estudantes e uma estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional – SAN, que busca a conscientização dos estudantes sobre nutrição por meio de cardápio com alimentos básicos, que incentiva o uso de produtos regionais e o uso de produtos *in natura*, oriundos da Agricultura Familiar (VILLAR et al., 2013).

Frente a este contexto, a intersetorialidade aparece como grande potencial estratégico de gestão social para lidar com problemas complexos. Segundo Nascimento, a intersetorialidade tornou-se requisito para a implementação de políticas, por meio de articulações entre órgãos governamentais e sociedade civil (NASCIMENTO, 2010). O cerne da intersetorialidade é promover a comunicação entre diferentes setores. É necessário que informações estratégicas oriundas das políticas, dos programas e das ações de Segurança Alimentar e Nutricional, para o enfrentamento das DCNT, sejam interpretadas e colocadas de uma forma que os objetivos e responsabilidades sejam compartilhados por diversos setores, clarificando a interdependência e o inter-relacionamento entre os muitos atores setoriais.

Na busca por elaborar informações estratégicas, que possam clarear a visibilidade de responsabilidades compartilhadas e de objetivos comuns entre setores, contribuindo assim com a evolução da intersetorialidade, com o desenvolvimento da segurança alimentar e nutricional, e principalmente, com o enfrentamento da diabetes, da hipertensão e obesidade, este trabalho se propõe a elaborar modelos matemáticos que analisem a base de dados do Vigitel 2019 (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico), e identifiquem as combinações dos fatores de risco que mais contribuem para enfrentar as doenças.

Essa dissertação está estruturada em quatro partes. A primeira parte é uma revisão dos principais eixos temáticos do trabalho: uma abordagem do SAN, do PNAE, sobre o Vigitel e sobre a intersetorialidade na política pública.

A segunda parte são os objetivos buscados com essa dissertação.

A terceira parte aborda a elaboração do modelo matemático: primeiro foram analisadas as correlações entre variáveis e doenças; na sequência, elaboradas

as combinações dessas variáveis que possam ter maiores chances de sucesso para o enfrentamento das enfermidades, em seguida a criação dos modelos *neuro-fuzzy* e validação do modelo.

E por fim, a quarta parte, as conclusões da pesquisa.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Em 1988, na Constituição Brasileira, a saúde foi instituída como um direito mediante políticas sociais e econômicas. De forma abrangente, saúde é compreendida como resultante das condições alimentares, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho e transporte, emprego e lazer, liberdade, posse de terra e acesso aos serviços de saúde. Tomando como ponto de partida essa noção de direito e conceito de saúde, emerge o pensamento de que o exercício do direito a saúde, dentre diversos pontos, implica a alimentação para todos segundo suas necessidades, e a implementação de políticas públicas integradas entre diferentes setores governamentais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1986).

Desde o início do século passado, ações de segurança alimentar e nutricional fazem parte do escopo do governo, com as implantações do Comissariado de Alimentação Pública em 1918, da Comissão Nacional do Alimento em 1945, do Plano Nacional de Alimentação e Nutrição em 1952, do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição em 1972, do Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (I PRONAM 1973 – 1974 e II PRONAM 1976 – 1989). Alguns programas do II PRONAM (o primeiro não se realizou), tinham forte caráter intersetorial por impactarem a produção, a comercialização e consumo de alimentos, tais como: a) Programa de Abastecimento de Alimentos Básicos (PROAB); b) o Projeto de Aquisição de Alimentos Básicos em Áreas Rurais de Baixa Rendas (PROCAB); c) o Programa de Alimentação Popular; d) Rede Somar – COBAL (órgão posteriormente transformado na atual Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB), (BURLANDY, 2009).

O mais antigo programa social na área de segurança alimentar e nutricional no Brasil é o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

E em 2006, por meio da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional, a Segurança Alimentar e Nutricional - SAN foi instituída como a realização do direito de as pessoas acessarem de forma regular e permanente, alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, de forma a promover a saúde, sem comprometer

o acesso a outras necessidades essenciais, respeitando a sustentabilidade econômica, cultural, social e ambiental, conforme Diário Oficial da União (BRASIL, 2006).

Apesar de todo o esforço governamental, as formas como a população tem se alimentado está provocando um novo delineamento da Saúde no país.

Conforme a Comissão EAT LANCET (2019), importante organização internacional, as dietas de baixo valor nutricional representam, atualmente, um risco maior para doenças e mortes, do que o uso inseguro de sexo, álcool, drogas e tabaco juntos. Segundo o estudo GBD - Global Burden of Disease (LANCET, 2019), no Brasil, o maior fator de risco de morte mudou, em 2019, de desnutrição para o excesso de peso, o que pode desencadear pressão alta, diabetes, colesterol elevado, trombose e doenças cardiovasculares. O Ministério da Saúde (2021), também confirma essa mudança do perfil de mortes no país: da redução das causas de morte por doenças parasitárias e materno-infantis para o aumento das causas de morte por doenças crônicas.

Em 2011, o Brasil assumiu o compromisso de realizar o combate a doenças crônicas não transmissíveis por meio do Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) – 2011/2022.

Em 2015, o Brasil tornou-se signatário dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), que compõem uma agenda mundial para orientar a elaboração de políticas públicas, contendo orientações para alimentação saudável.

Com o término do período de vigência do Plano de Ações Estratégicas para Enfrentamento das DCNT 2011/2022, e como resposta ao pacto firmado com os ODS, o Brasil elaborou um novo plano, ampliando a proposta para enfrentar as DCNT, no período 2021 até 2030 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Frente a esse conjunto de ações para enfrentamento das DCNT, o Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), realizou pesquisas anuais de monitoramento do cenário nacional da obesidade, da hipertensão, da diabetes e dos seus fatores de risco; e entre os anos de 2011 e 2019, período de vigência do plano nacional, o Vigitel trouxe os seguintes índices (ANDREIS; CURY, 2019):

- aumento na prevalência de excesso de peso em adultos: de 42,6% para 55,4%;
- aumento de obesidade em adultos: de 11,8% para 20,3%;

- aumento da diabetes em adultos: de 5,5% para 7,4%;
- aumento do consumo de frutas e hortaliças: de 20% para 22,9%;
- aumento da prática de atividade física: de 30,3% para 39%.

Corroborando com a pesquisa VIGITEL, segundo a publicação do International Diabetes Federation – IDF (IDF, 2019), o Brasil tornou-se o país com maior número de pessoas com diabetes na América Latina - 16,5 milhões de cidadãos. E, segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2019), estima-se que no ano 2.045 teremos 20 milhões de brasileiros com a enfermidade.

Outrossim, a principal causa de morte no mundo são as doenças cardiovasculares. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS (OPAS/ONU, 2015), estima-se que 17,7 milhões de pessoas morreram por doenças cardiovasculares, representando 31% de todas as mortes em nível global. E mais de três quartos dessas mortes ocorrem em países de média e baixa renda. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde (2019), estimou-se que 17 milhões de brasileiros têm a enfermidade.

Os custos socioeconômicos associados com as doenças crônicas não transmissíveis são estimados em US\$ 7 trilhões, no período 2011-2025 (OPAS/ONU, 2019), somente em países de baixa e média renda. E segundo os dados obtidos nos sistemas do SUS: SAI (Sistema de Informações Ambulatoriais) e SIH (Sistema de Informações Hospitalares), o custo da hipertensão, diabetes e obesidades chegou a R\$ 3,45 bilhões em 2018 no sistema público de saúde brasileiro, segundo o Pan American Journal of Public Health, 2019. Desse total, 59% foram investidos no tratamento da hipertensão, 30% no do diabetes e 11% no da obesidade.

Mais de 70% das mortes no mundo (38 milhões de vítimas) são provocadas pelas DCNT e destas, 16 milhões ocorrem prematuramente (entre 30 e 69 anos), segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (OMS, 2019). Isso significa que muitas pessoas, na época mais produtiva da vida, lidam com uma doença que pode durar muitos anos e gerar um grande custo para a família e para o sistema de saúde (OMS, 2016).

Segundo especialistas, os custos das DCNT são tão altos que não há lógica em se preocupar com crescimento econômico ao mesmo tempo em que as DCNT são ignoradas. As intervenções, apesar de serem de grandes custos, são menores do que não agir (Bloom et al., 2011).

Um artigo publicado pela revista *American Journal of Preventive Medicine* (2022), estimou que pelo menos 57 mil óbitos prematuros (com mesmo de 70 anos), no Brasil, foram causados pela ingestão, em excesso, de alimentos ultraprocessados. Outro estudo publicado pela revista científica *JAMA Neurology* (2022), revelou que um grupo de pessoas que obtinha mais de 20% das calorias oriundas de alimentos ultraprocessados possui uma taxa de declínio geral cognitivo 28% mais rápida que o grupo de pessoas que retirava menos de 20% das calorias deste tipo de comida.

Desde muito tempo o Brasil busca soluções políticas na área da alimentação e nutrição, por exemplo, o primeiro Plano Nacional de Alimentação e Nutrição de 1952 (BURLANDY, 2009).

E mais recentemente, buscando uma forma para contribuir com a alteração desse cenário, a Comissão EAT Lancet (2019), sugere dietas saudáveis e reforça que estas devem melhorar a saúde, definida como bem-estar físico e mental, e não apenas ausência de doença.

Segundo Dekker et al. (2020 apud GAZOLLA, 2021, p. 254), para a implementação de dietas saudáveis sugerida pela Comissão EAT Lancet e para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis – ODS (ligados a alimentação e saúde), são exigidas quatro mudanças: a) a produção de alimentos deve ser orientada para a qualidade e não somente quantidade; b) os alimentos devem promover saúde e imunização resiliente do organismo humano; c) a alimentação deve ser profundamente alterada, indo do consumo de produtos industrializados para alimentos locais e regionais; d) o Estado deve atentar-se com o acesso de alimentos saudáveis para a população mais pobre, de forma justa.

A promoção da alimentação nutritiva e o enfrentamento de doenças crônicas não transmissíveis envolve interesses de diversos setores, como: agrícola, saúde, varejo, indústria do alimento, setores do governo, dentre outros. Essa é uma problemática a ser discutida e tratada de forma intersetorial.

Silva et al. (2014), coloca a intersetorialidade como estratégica, pois traz a capacidade de desenvolver ações que fortaleçam conjuntamente a produção, comercialização, abastecimento, acesso e consumo de alimentos, construindo novas respostas para os problemas de alimentação e nutrição. Portanto, o setor agrícola possui um grande potencial de contribuição com o direito de as pessoas acessarem alimentos de qualidade suficiente e fazer escolhas favoráveis a saúde.

A agricultura brasileira é reconhecida como altamente competitiva e geradora de empregos, de riqueza, de alimentos, de fibras e de bioenergia para o Brasil e para outros países. Responde por 21% da soma de todas as riquezas produzidas, um quinto de todos os empregos e 43,2% das exportações brasileiras. De 1975 a 2019, a produção de grãos passou de 38,1 milhões de toneladas para 232,6 milhões de toneladas, equivalente a um aumento de 510% (IBGE, 2020). O setor florestal aumentou sua produtividade em mais de 150%, com destaque para as espécies de Pinus e Eucalyptus. A cafeicultura aumentou em mais de quatro vezes a produtividade nos últimos 25 anos. A produção de leite aumentou de 14 bilhões de litros no início dos anos 1990 para quase 35 bilhões de litros em 2019 (IBGE, 2020). O aumento da produção permitiu abastecer regularmente o mercado interno, com queda de 41,49% no custo da cesta básica (dezembro/2019 em relação a dezembro/1975, na cidade de São Paulo (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, 2020). O papel da agricultura tem se transformado do tradicionalmente observado. Segundo Lal (2007), a agricultura, além de ser causa, exercerá papel preponderante e crescente na solução de numerosos problemas ambientais: a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, o enriquecimento da biodiversidade e o sequestro de carbono da atmosfera. Por ser multifuncional, a agricultura traz diversas possibilidades: de aplicação no fornecimento de serviços ambientais e ecossistêmicos; na produção de biomassa, biomateriais e química verde; a criação de biofábricas para a produção de insumos biológicos; na nutrição da população (nexo alimentos, nutrição e saúde); e no desenvolvimento de aspectos da cultura, da tradição, da gastronomia e do turismo de diferentes regiões brasileiras. Nesse contexto, a pesquisa agropecuária terá papel preponderante no sentido de ofertar tecnologias que assegurem a consolidação de sistemas agrícolas que terão de atender ao aumento da demanda por alimentos de alta qualidade, ao mesmo tempo em que terão de reduzir o uso de insumos principalmente químicos e adotar práticas que contribuam para a manutenção e, em alguns casos, o enriquecimento dos recursos naturais, segundo Embrapa (2020).

Kliksberg coloca a intersectorialidade como uma forma do setor agrícola ter um posicionamento ativo sobre as condições de saúde, ao afirmar:

O planejamento integrado possibilita a identificação de intervenções-chave de alto-impacto sobre um problema ou que tenham efeito simultâneo em diferentes dimensões determinantes. Como exemplo, o apoio à produção de

alimentos da agricultura de pequeno porte e à comercialização destes produtos potencializa o bem-estar social e alimentar dos produtores e também dos consumidores, o favorecer o acesso à alimentos frescos a um custo mais baixo (Kliksberg, 1993 apud BURLANDY, 2009, p. 853)

Novas formas de planejamento e atuação se fazem necessárias, onde o Estado, no exercício do seu papel de “intermediário multilateral”, se organize de forma que as estruturas decisórias sejam mais descentralizadas e flexíveis, e os sistemas de informações possibilitem a compreensão compartilhada dos problemas, segundo Kliksberg (1993). Isto implica identificar (...) informações estratégicas compartilhadas que coopere com amplos interesses e demandas particulares, conforme Mandell (1990).

Silva et al. (2014), afirma que constituir espaços comunicativos permitem a integração de informações, objetivos comuns, planejamento de vários setores e intervenções, contribuindo para o desenvolvimento da intersectorialidade.

Apesar dos esforços de órgãos governamentais e de organizações nacionais e internacionais para a melhoria da saúde, ainda não conseguimos entender a efetividade das ações de diferentes áreas - educação, esporte, assistência social – sobre estes índices de evolução das enfermidades. A força de correlação entre os fatores de risco e o impacto exercido sobre os índices de saúde da população é de baixo conhecimento. Há a necessidade em ter um modelo matemático que contribua com sistematização das informações, promovendo visibilidade dos impactos dos fatores de risco, buscando a melhora na gestão de responsabilidades intersectoriais e recursos, na prevenção de doenças e nos ganhos de qualidade de vida.

Visando contribuir neste complexo e desafiador cenário da Segurança Alimentar e Nutricional - SAN, este trabalho escolheu o “VIGITEL” como meio de gerar informações mais assertivas a respeito dos impactos dos fatores de risco para o enfrentamento das doenças obesidade, diabetes e hipertensão, e por conseguinte, possibilitar que esse entendimento promova melhorias nos posicionamentos dos diversos setores que compõem a Segurança Alimentar e Nutricional, principalmente o posicionamento do agronegócio, emergindo a possibilidade de que essas informações possam ser interpretadas e utilizadas para planejamento e práticas intersectoriais, definição de conceitos e objetivos comuns e espaços comunicativos.

2.1 Segurança Alimentar e Nutricional

Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é a realização do direito de todos acessarem, de forma regular e permanente, alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, não comprometendo o acesso a outras necessidades essenciais, e ter como prática a alimentação que promova saúde, que seja ambientalmente sustentável e que respeite a diversidade cultural (CONSEA, 2004).

O conceito de SAN surgiu no início do século XX, na Europa, quando era discutido a capacidade produtiva de alimentos de cada país, afim de mitigar a vulnerabilidade oriunda das guerras. E passou a ter uma perspectiva global com a criação da Organização das Nações Unidas (ONU) e instituições financeiras internacionais (SILVA, 2014).

No Brasil, na década de 30, a subnutrição era identificada como problema social e de saúde pública. Em 1938, foi aprovado o Decreto-Lei nº399 instituindo o salário mínimo, visando estipular uma remuneração mínima para suprir necessidades como alimentação, habitação, higiene e transporte aos trabalhadores (ALVES E JAIME, 2014).

Em 1945, foi criada a Comissão Nacional (CNA) com a função de definir a política nacional de alimentação (ALVES E JAIME, 2014).

Em 1952, a CNA elaborou o Plano Nacional de Alimentação (PNA), que tratava como prioridade de saúde pública a desnutrição (BURLANDY, 2009).

Em 1993, é fundado o Conselho de Segurança Alimentar (CONSEA), que definiu como prioridade a descentralização de fortalecimento do Programa de Alimentação Escolar (JAIME et al., 2018; VASCONCELOS e BATISTA FILHO, 2011).

Em 2006, com a homologação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), políticas de garantia da SAN passaram a ser desenvolvidas, trazendo possibilidades de tratar temas importantes como o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHA). Em 2010, a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional foi criada objetivando integrar as políticas e programas setoriais de modo a atender a universalização dos direitos sociais. O Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) tem a responsabilidade de abrigar componentes como o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e a Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, que buscam a garantia da participação social na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e na Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional, buscando o princípio da intersetorialidade.

Esses componentes estão estruturadas nos estados e municípios como forma de implementar os princípios do SISAN (BRASIL, 2010 apud NEVES, 2018, p. 25).

2.2 Política Nacional de Alimentação e Nutrição – PNAN

Conforme o Ministério da Saúde (2013), a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), de 1999, integra os esforços do Estado Brasileiro, o qual propõe respeitar, proteger, promover e prover os direitos humanos à saúde e à alimentação. A PNAN possui o propósito de melhorar as condições alimentares, nutricionais e de saúde da população, através da promoção de práticas alimentares adequadas e saudáveis, da vigilância alimentar e nutricional, da prevenção e do cuidado integral dos agravos relacionados à alimentação e nutrição. Como princípio, dentre diversos, a PNAN coloca a alimentação e nutrição como sendo de natureza interdisciplinar e intersetorial, determinando a articulação entre diversos setores, afim de contribuir para mudanças do modelo de produção, com objetivo de construir formas de acesso a alimentação adequada e saudável. Outro princípio da PNAN é o exercício da Segurança Alimentar e Nutricional com soberania, na qual os povos brasileiros têm o direito de decidir seu sistema alimentar e de produzir alimentos saudáveis e acessíveis, colocando aqueles que produzem, distribuem e consomem alimentos no centro das políticas alimentares, acima das exigências de mercado.

A PNAN tem como linhas de ações para alcançar seu propósito:

1. Organização da Atenção Nutricional: compreende os cuidados relativos à alimentação e nutrição voltados à promoção e proteção da saúde, prevenção, diagnóstico e tratamento de agravos, para indivíduos, famílias e comunidades.
2. Promoção da Alimentação Adequada e Saudável, compreendendo:
 - a prática alimentar apropriada aos indivíduos;
 - o acesso físico e financeiro;
 - o equilíbrio em quantidade e qualidade;
 - a combinação de iniciativas de políticas públicas;
 - ambientes onde indivíduos e comunidades possam exercer o comportamento saudável;
 - o desenvolvimento de habilidades pessoais por meio de processos participativos e permanentes;

- a reorientação de serviços na perspectiva da promoção da saúde.
3. Vigilância Alimentar e Nutricional: consiste na descrição contínua e a predição das condições alimentares e nutricionais, de forma a subsidiar o planejamento da atenção nutricional e a qualidade e regulação dos alimentos. A vigilância alimentar e nutricional apoia o diagnóstico de agravos alimentares, nutricionais e fatores de risco.
 4. Gestão das Ações de Alimentação e Nutrição: a natureza intersetorial da PNAN coloca o desafio de articular uma agenda comum de alimentação e nutrição entre vários setores do governo e suas políticas, afim de subsidiar pactos entre esferas do governo, de implementar e analisar ações e aprimorar continuamente.
 5. Participação e Controle Social: a perspectiva intersetorial da Segurança Alimentar e Nutricional requer parcerias entre diversos setores como Educação, Trabalho e Emprego, Agricultura e a sociedade, demandando a participação de movimentos sociais sobre qualidade de vida e saúde.
 6. Qualificação da Força de Trabalho: é imprescindível a qualificação alinhada, de profissionais, com as situações de saúde e de alimentação e nutrição da população, objetivando a implementação de políticas, programas e ações de alimentação e nutrição voltados à atenção e vigilância alimentar e nutricional, promoção da alimentação adequada e saudável e a segurança alimentar e nutricional, buscando o enfrentamento dos agravos e problemas decorrentes do quadro alimentar e nutricional brasileiro.
 7. Controle e Regulação dos Alimentos: é um conjunto de ações planejadas que buscam ofertar alimento saudável, com garantia de qualidade biológica, sanitária e nutricional à população, observando toda a cadeia de processo, desde a produção (agricultura tradicional e familiar), processamento, industrialização, comercialização, abastecimento e distribuição, estabelecendo responsabilidades compartilhadas entre setores do governo e sociedade. A complexa cadeia produtiva de alimentos leva à população novos riscos à saúde como agrotóxicos, contaminantes,

mudança genética e o perfil nutricional inadequado dos alimentos (excesso de açúcar, sódio e gorduras). O controle e regulação dos alimentos busca proteger a saúde humana englobando a cadeia produtiva, o consumo e os padrões socioculturais. Assim, o risco sanitário deve considerar o risco nutricional decorrente deste cenário, fazendo com que o Estado use instrumentos legais de controle para proteger a saúde da população. A PNAN e o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária se convergem para proteger e promover a saúde da população. Para que órgãos de controle sanitário aumentem sua eficiência, é preciso ter capacidade de respostas rápidas às mudanças de cenário, com sistemas que produzam informações e subsidiem tomadas de decisões. O monitoramento da qualidade dos alimentos, além de questões sanitárias, deve considerar o perfil nutricional (macro e micronutrientes), articulando-se com estratégias de fortificação obrigatória de alimentos e a reformulação do perfil nutricional de alimentos processados, para reduzir açúcares, sódio e gorduras.

8. Pesquisa, Inovação e Conhecimento em Alimentação e Nutrição: a geração de conhecimento e o apoio à pesquisa, à inovação e à tecnologia, no campo da alimentação e nutrição em saúde coletiva, possibilitam a geração de evidências e instrumentos necessários para implementação da PNAN. O Brasil conta, atualmente, com diversos sistemas de informação e pesquisas periódicas de base populacional nacional e local, para o conhecimento da situação alimentar e nutricional. É importante que essas fontes de informação sejam mantidas e fortalecidas, trazendo diagnóstico alimentar e nutricional da população com diversos recortes que permitam visualizar a determinação social do fenômeno. É fundamental manter e fomentar investimentos em pesquisas de delineamento, para que os gestores disponham de uma base de evidências que apoiem o planejamento e a decisão para a atenção nutricional.
9. Cooperação e articulação para a Segurança Alimentar e Nutricional: a Segurança Alimentar e Nutricional envolve questões de produção e disponibilidade de alimentos e a promoção de saúde, interligando dois enfoques no Brasil: o socioeconômico e o de saúde e nutrição. A garantia

da SAN e da Saúde depende de articulações intersetoriais. A intersetorialidade permite decisões compartilhadas entre instituições e setores do governo para formulação, implementação e acompanhamento de políticas públicas. Assim, a PNAN deve interagir com diversas políticas de desenvolvimento econômico e social. Importante destacar ações direcionadas: interlocução com setores de produção agrícola, distribuição, abastecimento e comércio local de alimentos visando o aumento do acesso a alimentos saudáveis; à articulação com a vigilância sanitária para a regulação da qualidade dos alimentos processados e o apoio à produção de alimentos advindos da agricultura familiar, dos assentamentos da reforma agrária e de comunidades tradicionais, integradas à dinâmica da produção de alimentos do país.

2.3 Cadeias Agroalimentares Curtas

As cadeias curtas de abastecimento alimentar são definidas como um sistema de inter-relações entre atores que estão engajados na produção, transformação, distribuição e consumo de alimentos (RENTING et al., 2017). O termo “curto” indica a aproximação entre produção e consumo, com objetivo de estabelecer espaços alternativos fora da tradicional cadeia de produção, distribuição e consumo dos alimentos, segundo Lopes et al. (2019).

Segundo Franzoni e Silva (2016), a criação cadeias curtas de abastecimento alimentar pode ser estimulado através de políticas públicas que visem aproximar produtores e consumidores, com a redução dos intermediários na cadeia. Nesse cenário, o PNAE ganha relevância, a partir de 2009, possibilitando que agricultores familiares possam fornecer produtos para a alimentação escolar (FERNANDES et al., 2016).

Conforme Renting et al. (2017), uma das dimensões que descreve as relações entre produtores e consumidores nas cadeias curtas está relacionada à estrutura organizacional dessas cadeias e as ferramentas utilizadas para melhorar as relações ao longo do tempo. Assim, as cadeias curtas de abastecimento alimentar são divididas em três tipos: a de face a face, de proximidade espacial e espacialmente estendida. Na dimensão face a face, as vendas caracterizam-se por serem realizadas diretamente do produtor ao consumidor, podendo ocorrer em feiras, vendas em domicílio, casas coloniais. Na segunda dimensão, proximidade espacial, o comércio

ocorre na região e as vendas são entre varejistas locais, restaurantes, vendas institucionais por exemplo a alimentação escolar. Na cadeia espacialmente estendida, as vendas são ampliadas para outras regiões que aquelas onde foram produzidas e envolve *fair trade*. *Fair trade* é uma certificação de responsabilidade social, sustentabilidade e competitividade para pequenos e médios produtores que visam melhorar as relações comerciais entre os agentes da cadeia produtiva. O principal objetivo do *fair trade* é aumentar o nível de bem-estar social de todos os envolvidos. Isso é feito por meio de regras justas e transparentes de negociação, por exemplo, a dispensa de atravessadores e o preço mínimo por unidade de produto vendido, segundo a *Fairtrade Labelling Organizations (2023)*.

As cadeias curtas agroalimentares são uma solução para um grande problema: a demanda da sociedade quanto aos aspectos ligados à segurança alimentar e a sustentabilidade (SCARABELOT; SCHNEIDER, 2012). Maluf (2007) chama atenção a segurança alimentar ao afirmar que a preocupação com a segurança alimentar não é apenas o acesso ao alimento, mas também que sejam saudáveis em termos nutricionais.

2.4 Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE

A Constituição Federal de 1988 instituiu a alimentação escolar como direito garantido a todos os escolares sem qualquer discriminação.

Com o Decreto nº 37.106, em 1955, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) teve seu início. É o programa social de alimentação mais antigo, com objetivo de garantir aos escolares o acesso permanente a melhor alimentação, contribuindo para melhor desempenho escolar e diminuição da evasão escolar (FNDE, 2015).

O PNAE tinha sua gestão centralizada pelo poder público. Com a justificativa de fornecer alimentos com maior tempo de vida de prateleira, livres de contaminação microbiológica e facilidade de logística, os alimentos da indústria de alimentos ganharam participação na alimentação escolar (STOLARSKI et al., 2017).

É na década de 80 que o programa passa a ser gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), tendo como elemento norteador dessa mudança a descentralização por meio da municipalização e participação comunitária, visando a transferência de recursos financeiros a estados, municípios e Distrito Federal (SARAIVA et al., 2013). No início, a descentralização foi experimental,

onde teve sua consolidação com a Medida Provisória nº 1.784, de 1998, o que permitiu maior agilidade ao processo das aquisições dos mantimentos (BARROS e COSTA, 2016).

Em 2009, por meio da Lei nº 11.947, foram estabelecidas novas diretrizes para o PNAE, vinculando-o a Agricultura Familiar. O art. 14 da lei estabeleceu a aplicação mínima de 30% dos recursos federais transferidos aos estados e municípios para a compra de alimentos produzidos pela agricultura familiar local, apoiando o desenvolvimento local de forma sustentável (VILLAR et al., 2013).

O Programa Nacional de Alimentação Escola (PNAE) é o responsável pela alimentação de estudantes matriculados em todas as etapas e modalidade da educação básica nas redes municipal, distrital, estadual e federal, nas entidades filantrópicas, transformando em realidade o direito à alimentação escolar conforme a Constituição brasileira de 1988 (FNDE, 2023).

A alimentação escolar está ligada ao estado de saúde da criança e do adolescente. Diversos estudos mostram que o ambiente escolar constitui-se espaço ideal para consolidar hábitos saudáveis e prevenir doenças crônicas e seus fatores de risco (VOOS, 2009).

2.5 Intersetorialidade nas políticas públicas

A intersectorialidade nas políticas públicas é um conjunto de inovações que ocorrem em um contexto onde sistemas especializados e estruturas hierarquizadas e setoriais são confrontadas com demandas sociais e políticas e problemas de segmentos específicos da população que exigem novos objetivos, novas respostas e remodelagens das velhas estruturas, as quais a intersectorialidade é uma possível alternativa (PERINI, 2013).

A gestão intersectorial é um nível de articulação onde diversos setores compõem um projeto, identificam fatores-chave do problema em questão, elaboram ações de intervenção com abrangência maior que programas setoriais e alocam recursos em função dessas prioridades (BURLANDY, 2009).

A intersectorialidade na Segurança Alimentar e Nutricional, segundo Maluf (2007) é ter ciência de várias dimensões da condição alimentar e nutricional, buscando implementar ações que integrem os diversos setores do governo e da sociedade. Tabai reforça que para ter políticas promotoras da segurança alimentar e

nutricional, é preciso extinguir as dificuldades de comunicação entre diversos setores, principalmente com a sociedade civil (TABAI, 2017).

Até meados da década de noventa, as estruturas de proteção social no Brasil se caracterizavam por instituições fragmentadas e pela predominância de objetivos setoriais sobre as estratégias que pudessem alterar a distribuição dos recursos de poder, tanto entre setores como entre níveis de governo. Conseqüentemente, houveram alocações de recursos de baixa eficiência, sobreposição de ações, falta de sinergia para gerar ações em áreas de necessidade e pactos limitados para enfrentar temas complexos como saúde e alimentação, segundo Burlandy (2009).

A intersetorialidade exige convergência de diferentes mecanismos, processos e instrumentos institucionais, tornando-se tarefa desafiadora. A obtenção do equilíbrio entre a autonomia dos sistemas e integração destes é complexo, em especial o campo da Segurança Alimentar e Nutricional, por se tratar de uma política que inclui subsistemas com instituições próprias e políticas setoriais (NASCIMENTO, 2016; ANJOS e BURLANDY, 2010).

A instituição de processos altamente integrados, com interdependência de políticas e implementação intersetorial das ações, dificilmente se operacionaliza, frente aos processos crescentes de [...] setorialização da política, conforme Burlandy (2009).

2.6 Obesidade, hipertensão e diabetes

A obesidade, segundo Ministério da Saúde (2021), é o acúmulo de gordura no corpo, causado quase sempre, pela ingestão de energia alimentar em nível superior ao gasto pelo organismo. Para saber se o peso de uma pessoa está adequado ou não, o Índice de Massa Corporal (IMC), é uma classificação usada como referência para classificação do peso de um indivíduo. Para calcular o índice, é preciso dividir o peso (em Kg) pela altura ao quadrado ($IMC = \text{peso (Kg)} / \text{altura(m)} \times \text{altura(m)}$). A seguir temos a classificação do IMC:

- menor que 18,5 – Abaixo do peso;
- entre 18,5 e 24,9 – Peso normal;
- entre 25 e 29,9 – Sobrepeso (acima do peso desejado);
- igual ou acima de 30 – Obesidade.

A obesidade contribui para as pessoas desenvolverem diabetes, pressão alta, problemas na articulação e outras doenças.

A hipertensão arterial é uma doença caracterizada pelos níveis elevados da pressão sanguínea nas artérias, quando os valores das pressões máxima e mínima são iguais ou ultrapassam os 140/90 mmHg (ou 14 por 9). A pressão alta faz com que o coração exerça um esforço maior do que o normal para distribuir o sangue no corpo. A pressão alta é um dos principais fatores para a ocorrência de acidente vascular cerebral, enfarte, aneurisma arterial e insuficiência renal e cardíaca. O problema de hipertensão arterial é herdado dos pais na maioria dos casos, mas há vários fatores que influenciam nos níveis de pressão arterial, como os hábitos de vida do indivíduo: fumar, bebida alcoólica, obesidade, estresse, elevado consumo de sal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

A diabetes “é uma síndrome metabólica decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos” (BVS – MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Conforme definição, podemos dizer que a diabetes é uma doença que prejudica a transformação da glicose no organismo vivo, devida a incapacidade da insulina, provocando altas taxas de açúcar no sangue, de forma permanente.

Tipos de diabetes:

- Tipo 1: devido a um defeito do sistema imunológico, os anticorpos atacam as células produtoras de insulina. Ocorre em cerca de 5 a 10% dos diabéticos;

- Tipo 2: é resistência a insulina e deficiência na secreção da insulina. Ocorre em cerca de 90% dos diabéticos (BVS - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

A maior parte das DCNT, incluindo a obesidade, a diabetes e a hipertensão, as quais foram detalhadas e fazem parte do escopo deste trabalho, é resultante de quatro fatores de risco principais: uso nocivo do álcool, dieta não saudável, sedentarismo e tabagismo (OMS, 2016).

2.7 Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

O VIGITEL compõe o sistema de Vigilância de Fatores de Risco para Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), do Ministério da Saúde. Consiste em uma pesquisa realizada anualmente pela Secretaria de Vigilância em Saúde do

Ministério da Saúde, nas 26 capitais e Distrito Federal, com início em 2006, elaborando estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas, monitorando grupos de doenças como diabetes, câncer, doenças cardiovasculares; e fatores de riscos como tabagismo, alimentação não saudável, inatividade física e uso nocivo de bebidas alcoólicas. A pesquisa é realizada por amostras de população adulta, onde o processo de amostragem começa com sorteio de 5.000 números de telefones por cidade e depois passam por critérios de elegibilidade. O sistema estabelece um tamanho amostral mínimo de 2.000 adultos por cidade, para estimar 95% de confiança e erro máximo de três pontos percentuais (VIGITEL, 2019). As tabelas com os resultados da pesquisa do VIGITEL versão 2019 podem ser exploradas no anexo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é realizar a modelagem neuro-*fuzzy* para avaliar a correlação dos fatores de agravamentos das enfermidades de obesidade, diabetes e hipertensão, para que possa auxiliar na elaboração de ações intersetoriais por parte do poder público.

3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver modelagem neuro-*fuzzy* para auxiliar na tomada de decisão do poder público municipal em relação a adoção de políticas públicas para diminuição dos riscos de agravamentos das enfermidades de obesidade, diabetes e hipertensão;
- Analisar o grau de correlação entre as variáveis que contribuem para a diminuição das enfermidades obesidade, diabetes e hipertensão;
- De acordo com os resultados obtidos, discutir a capacidade do modelo prever tendências de agravamento ou proteção destas enfermidades, com base nas variáveis correlacionadas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), compõe o Sistema de Vigilância de Fatores

de Risco para doenças crônicas não transmissíveis do Ministério da Saúde. O Vigitel é realizado pela Secretaria de Vigilância em Saúde, foi implantado em 2006 e tem como objetivo monitorar a frequência e distribuição de fatores de risco de doenças crônicas não transmissíveis em todas as capitais e Distrito Federal. Entre as doenças estão diabetes, obesidade, câncer, doenças respiratórias crônicas e cardiovasculares como hipertensão arterial. Os dados da pesquisa 2019 foram usados para a realização deste trabalho, afim de identificar combinações das variáveis para o enfrentamento das doenças obesidade, hipertensão e diabetes, por meio da metodologia *neuro-fuzzy*.

Esse trabalho iniciou com a seleção prévia de variáveis do Vigitel que tem maiores influências nas doenças obesidade, hipertensão e diabetes, segundo especialistas. A partir destas variáveis selecionadas, foi feita a análise de correlação afim de identificar quais variáveis podem ser usadas como entradas para os modelos matemáticos que enfrentarão as doenças. Em seguida, foram elaboradas análises de regressão e elaborados os modelos linear, quadrático e *neuro-fuzzy*. Posteriormente, foi feita a comparação do coeficiente de determinação desses modelos para determinar qual pode ser o melhor modelo matemático para enfrentar obesidade, hipertensão e diabetes. Por fim, foi feita a conclusão da possibilidade de o modelo matemático analisar as variáveis e contribuir com o enfrentamento das doenças.

4.1 Método de análise estatística das variáveis e análise de regressão

Foi feita a análise de todas as variáveis constantes na base de dados Vigitel 2019, sendo elaboradas estatísticas descritivas e de caracterização do banco de dados. Sendo assim, foram obtidos os valores médios e desvio padrão de todas as variáveis previamente escolhidas por especialistas da área para o modelo, bem como elaborados gráficos tipo Box-Plot e Histogramas. Nesses gráficos, foram mostradas a distribuição estatística dos dados, e fez-se uma curva normal para cada uma das variáveis do modelo.

Também foi realizada análise de correlação de Pearson para as variáveis escolhidas, bem como estabelecido um agrupamento de variáveis pela análise multivariada. Como resultado obteve-se variáveis com alto e baixo grau de correlação, porém é importante salientar que uma variável de entrada não contribui para uma variável saída com resultado satisfatório, mas o conjunto auxilia a obter uma resposta com maior assertividade.

Após estabelecidos os valores de correlação entre as variáveis, foram determinadas as possíveis variáveis de entrada de cada modelo. Cada modelo foi associado à uma variável de saída relacionada com uma das patologias: Obesidade, Hipertensão e Diabetes.

Após diversas análises de regressões, elegeu-se a melhor dentre elas, e foram criados, a partir desta escolha, modelos de regressão lineares e quadráticos, bem como modelos neuro-fuzzy.

Para todos os testes estatísticos, foi utilizado o software Minitab®, enquanto para os modelos neuro-fuzzy, o software MatLab®.

4.2 Método de elaboração dos modelos Neuro-fuzzy ANFIS

No sistema ANFIS (*Adaptive Network based Fuzzy Inference Systems*), ou Sistema de Inferência *Fuzzy* Neuro-Adaptativo, tem como funcionalidade uma forma semelhante às redes neurais, sendo possível sua programação pelo software MatLab®, proporcionando uma modelagem *fuzzy* que aprimora as informações sobre um dado conjunto, e usado para a interpretação de dados de entrada e saída para que mapeie funções de participação e parâmetros.

As variáveis de entrada dos modelos neuro-*fuzzy* foram elaboradas com funções de pertinência generalizada em forma de sino, que apresentam decaimento suave e são descritas conforme Equação (1).

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}} \quad (1)$$

Levando em consideração que este modelo combina duas variáveis de entrada para a obtenção de uma variável de saída, as regras foram organizadas de acordo com a Equação (2).

$$y = \sum_{i=0}^n a_i x_i = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \quad (2)$$

Segundo Benini (2007), os sistemas *fuzzy* proporcionam diferentes arquiteturas para o modelo ANFIS. Assim, o sistema de inferência *fuzzy* a ser construído será do tipo *Takagi-Sugeno*, sendo definido por um conjunto de regras da forma:

“se x é A e y é B , então $z = f(x, y)$ ”

em que x e y são variáveis *fuzzy*, A e B são conjuntos *fuzzy* e f é uma combinação linear das variáveis de entradas. Supondo que o sistema de controle *fuzzy* em consideração consiste em duas entradas de x_1 e x_2 uma saída y , a base de regras contém duas regras *fuzzy* da seguinte forma (Figura 1):

“Regra 1: Se x_1 é A_1^1 e x_2 é A_2^1 , então $f_1 = p_1x_1 + q_1x_2 + r_1$ ”

“Regra 2: Se x_1 é A_1^2 e x_2 é A_2^2 , então $f_2 = p_2x_1 + q_2x_2 + r_2$ ”

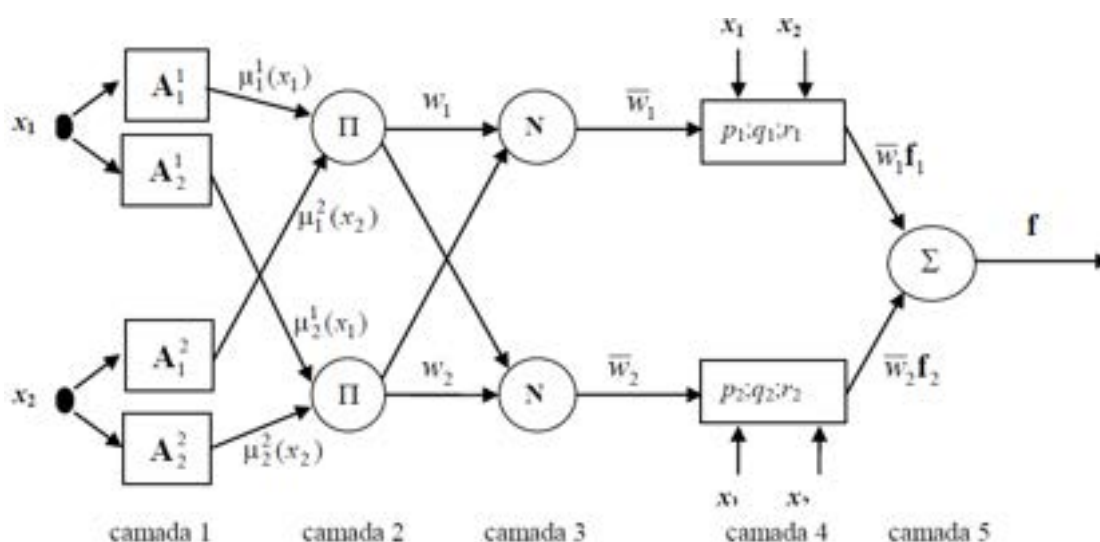


Figura 1: Arquitetura típica de um modelo ANFIS (BENINI, 2007)

O ANFIS é uma rede neural artificial que combina a lógica fuzzy com a teoria da aprendizagem de máquina. A arquitetura do ANFIS é composta por 5 camadas de neurônios interconectados.

Segundo ANWAR et al., (2017) e SALLEH et al., (2017), a primeira camada é responsável por gerar os graus de pertinência de um rótulo linguístico; a segunda camada calcula a força de disparo de cada regra usando o operador min ou prod; a terceira camada calcula as razões da força de disparo da regra para a soma de todas as forças de disparo das regras. O resultado é uma força de disparo normalizada. A quarta camada calcula uma função de parâmetro na saída da camada 3. Os parâmetros nessa camada são chamados de parâmetros consequentes. A quinta camada normalmente é um único nó que agrega a saída geral como a soma de todos os sinais de entrada.

Cada camada realiza um processo específico, descritos a seguir (CHOPRA et al., 2021; BENINI et al., 2009) de acordo com cada camada.

Camada 1: Nesta camada os nós são representados por:

$$O_i^j = \mu_i^j(x_i)$$

em que, $i = 1,2$ é o número de variáveis e $j = 1,2$ é o número de regras e sendo μ o grau de pertinência associada à variável de entrada.

Camada 2: Os nós desta cama são não adaptativos, não apresentam parâmetros a serem ajustados e tem como saída $w_j = w_j(\mu_1^j, \mu_2^j)$, $j = 1,2$, que é o produto dos sinais de entrada de suas entradas. Cada saída w_j corresponde à intensidade de disparo de uma regra, ou seja, calcula com que grau de pertinência o consequente da regra está sendo atendido. Os neurônios desta camada simbolizam a operação de T-norma e, em geral, se pode utilizar outro operador, em lugar do produto. Para regras que empregam o conectivo “e”, os operados mais usados são o “produto”, e o operador “mínimo”, tem-se que:

$$O_j^2 = w_j = \prod_{i=1}^2 \mu_i^j = \mu_1^j \mu_2^j = \min(\mu_1^j; \mu_2^j), \quad j = 1,2.$$

Camada 3: Nesta camada os nós não são adaptativos, assim a saída deste nó é definida por $\bar{w}_j = \bar{w}_j(\mu_1^j; \mu_2^j)$, sendo a razão entre a intensidade de disparo da j -ésima regra e a soma dos disparos de todas as outras regras. Dado por:

$$O_j^3 = \bar{w}_j = \frac{w_j}{\sum_{i=1}^2 w_i} = \frac{w_j}{w_1 + w_2}; \quad j = 1,2$$

Camada 4: Nesta camada os nós são adaptativos e seus parâmetros, $p_j, q_j, r_j, j = 1,2$, correspondendo a parte do consequente de cada regra do modelo. As saídas são calculadas pelo produto entre os níveis. Assim a saída $f_j = f_j(\bar{w}_j, x_1, x_2, p_j, q_j, r_j)$, que corresponde a saída parcial da j -ésima regra, dada por:

$$O_j^4 = f_j = \bar{w}_j = (p_j x_1 + q_j x_2 + r_j)$$

em que, $\bar{w}_j, j = 1,2$, é a saída da camada 3 e $\{p_j, q_j, r_j\}$ é o conjunto de parâmetros do consequente de cada regra.

Camada 5: A camada é formada por apenas um único nó, não adaptativo. O nó desta última camada calcula a saída do sistema e, com os nós das camadas 3, promove a defuzzificação. A saída $f = f(f_1, f_2)$, e a saída global do sistema é dada pela soma de todas as saídas parciais:

$$o_j^5 = f = \sum_{j=1}^2 f_j$$

O método *ANFIS* utiliza duas técnicas na atualização de parâmetros (GHOUSH, 2008): o *back propagation* (gradiente descendente) e o híbrido.

A aprendizagem do treinamento híbrido do *ANFIS* que será utilizada neste estudo é a combinação dessas duas técnicas (GHOUSH et al., 2008):

- Para a aprendizagem dos parâmetros dos antecedentes utiliza-se o gradiente descendente da rede neural *backpropagation* para refinar o erro;
- Para a aprendizagem dos parâmetros consequentes, que definem os coeficientes de cada equação de saída, usa-se o método dos mínimos quadrados para identificá-los.

A análise e interpretação dos gráficos é feita utilizando mapas de contorno e de superfície, que mostram por meio de cores e desníveis os maiores e menores valores da variável de saída.

4.3 Validação dos modelos

A avaliação da qualidade do modelo na obtenção da Potência foi feita utilizando os seguintes indicadores:

- a) **Erro médio absoluto**, que indica a capacidade de reprodução da realidade, onde $|d|$ é o erro médio, dado pela Equação (3).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |d| \quad (3)$$

- b) **Erro médio quadrático**, onde resultados mais próximos a zero indicam melhor qualidade do modelo, já que é sensível aos erros de modelagem, obtido pela Equação (4).

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{(y_{observado} - y_{fuzzy})^2}{n} \quad (4)$$

c) **Raiz Quadrada do Erro Médio Quadrático Normalizado**, que expressa, por meio da Equação (5), a precisão dos resultados obtidos pelo modelo, sem que haja influência das diferenças entre as escalas das variáveis utilizadas.

$$NRMSE_j = \sqrt{\frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2 / Var(\hat{y}_{ij})} \quad (5)$$

d) **Correlação de Pearson**, evidencia o grau de relação entre as variáveis, obtido pela Equação (6).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{fuzzy} - \bar{y}_{fuzzy})(y_{observado} - \bar{y}_{observado})}{\left[\sum_{i=1}^n (y_{fuzzy} - \bar{y}_{fuzzy})^2 (y_{observado} - \bar{y}_{observado})^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (6)$$

e) **Índice Willmott**, dado pela Equação (7), quantifica a dispersão dos dados em relação a um método considerado padrão.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n |y_{fuzzy} - y_{observado}|^2}{\sum_{i=1}^n (|y_{fuzzy} - \bar{y}| + |y_{observado} - \bar{y}|)^2} \right] \quad (7)$$

onde:

- y_{fuzzy} e $y_{observado}$: valor calculado pelo modelo *fuzzy* e valor observado, respectivamente;
- n : número de pares de entrada-saída do vetor usado no treinamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise estatística das variáveis

Foram sistematizados todos os dados do relatório Vigitel 2019, com o objetivo de estruturar um banco de dados com todas as informações percentuais das capitais brasileiras.

Inicialmente, foi feita uma seleção, junto à especialistas, buscando eleger as variáveis com prováveis tendências de correlação com as doenças objeto deste trabalho (obesidade, hipertensão e diabetes). Sendo assim, foram eleitas as seguintes

variáveis identificadas como variáveis de Entrada (letra “E” seguida de um número identificador), bem como variáveis de Saída (letra “S” seguida de um número identificador):

- E1: Fumantes;
- E2: Excesso de peso;
- E3: Frutas e Hortaliças diariamente;
- E4: Consumo de refrigerante;
- E5: Alimentos ultraprocessados;
- E6: Atividade física no tempo livre;
- E7: Insuficiência de atividade física;
- E8: Três ou mais horas vendo TV;
- E9: Avaliaram negativamente o próprio estado de saúde;
- S1: Obesidade;
- S2: Hipertensão;
- S3: Diabetes.

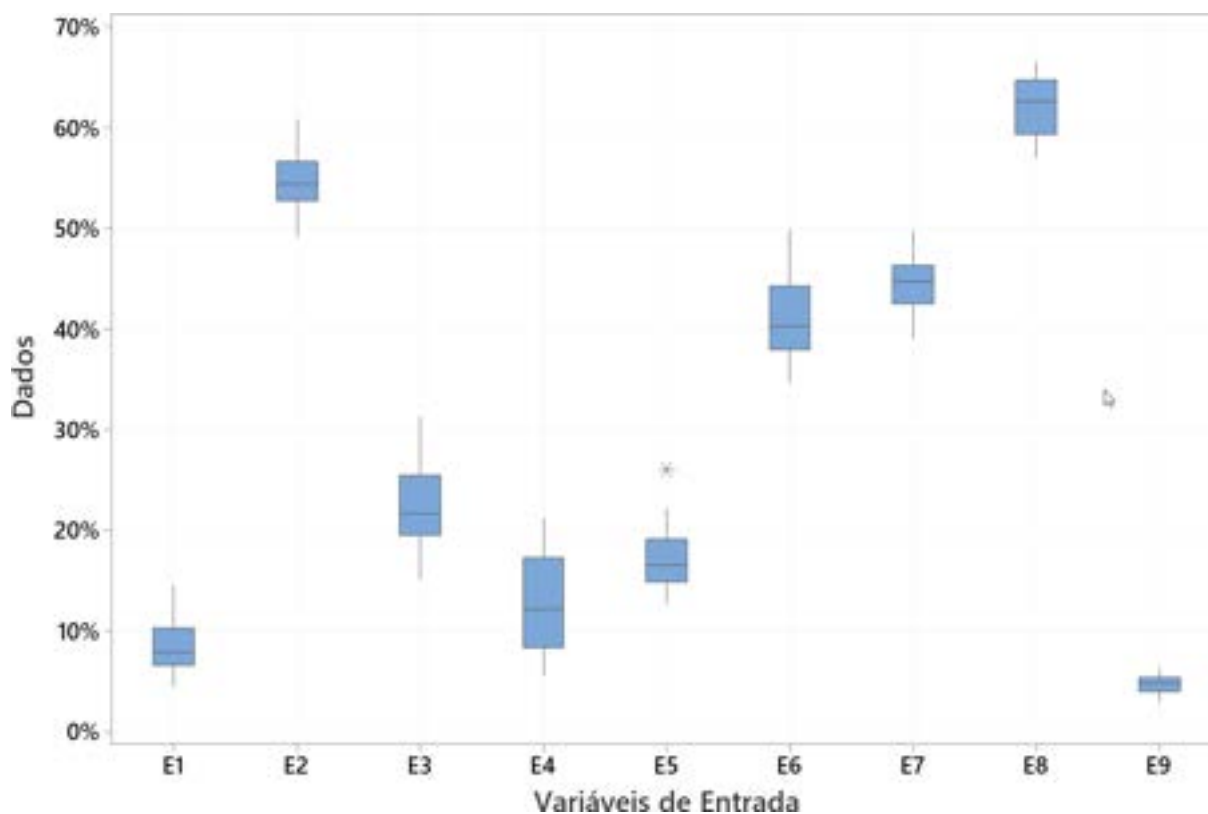
A

e Figuras 2 e 3 mostram respectivamente uma estatística descritiva de todas variáveis consideradas neste estudo, bem como gráficos tipo Box-Plot buscando estabelecer as grandezas e caracterizar a base de dados utilizada.

Tabela 2: Estatística descritiva (média e desvio padrão) de todas as variáveis em estudo.

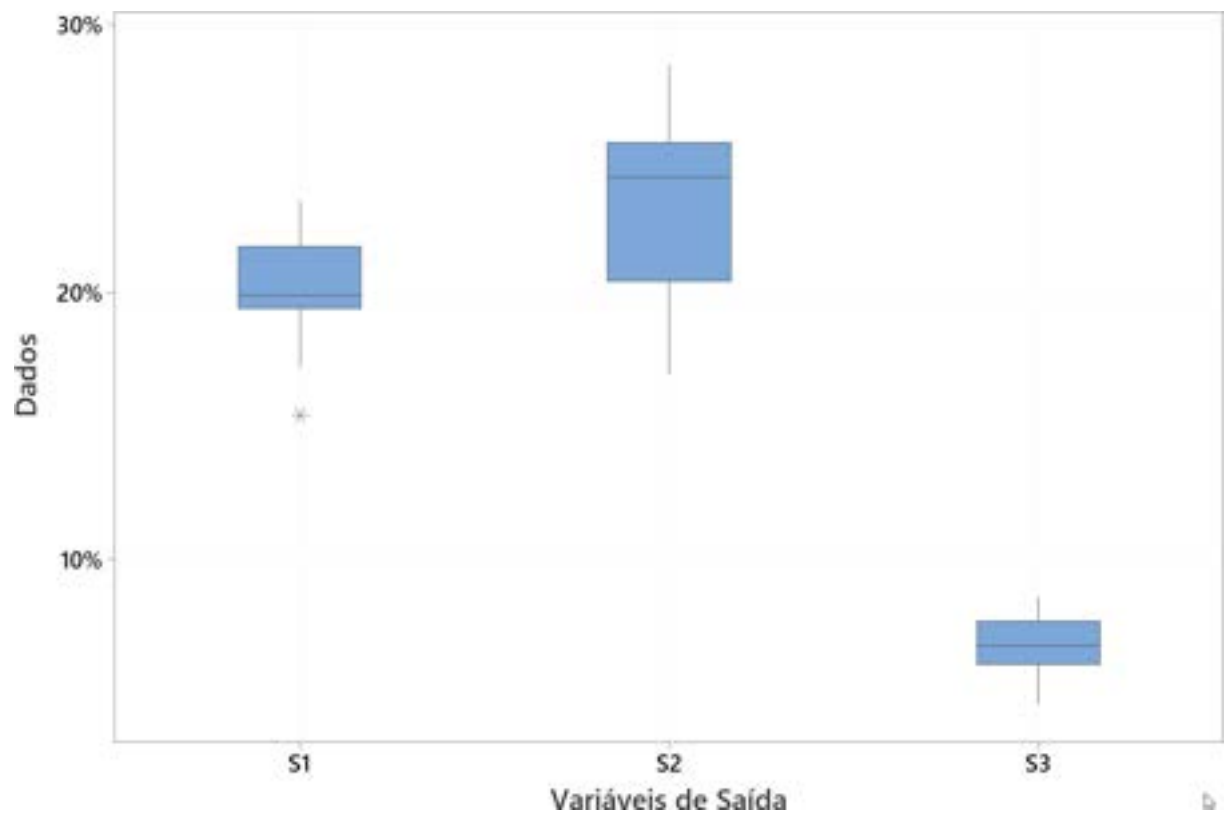
Variável	Média	Desvio Padrão
E1	8,3%	2,7%
E2	54,7%	2,9%
E3	22,2%	4,4%
E4	12,3%	4,7%
E5	17,2%	3,0%
E6	41,1%	3,7%
E7	44,4%	3,0%
E8	62,1%	2,9%
E9	4,7%	0,9%
S1	20,2%	2,0%
S2	23,2%	3,4%
S3	6,8%	1,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 2: Gráfico tipo Boxplot das variáveis de entrada.

Fonte: elaborado pelo autor.

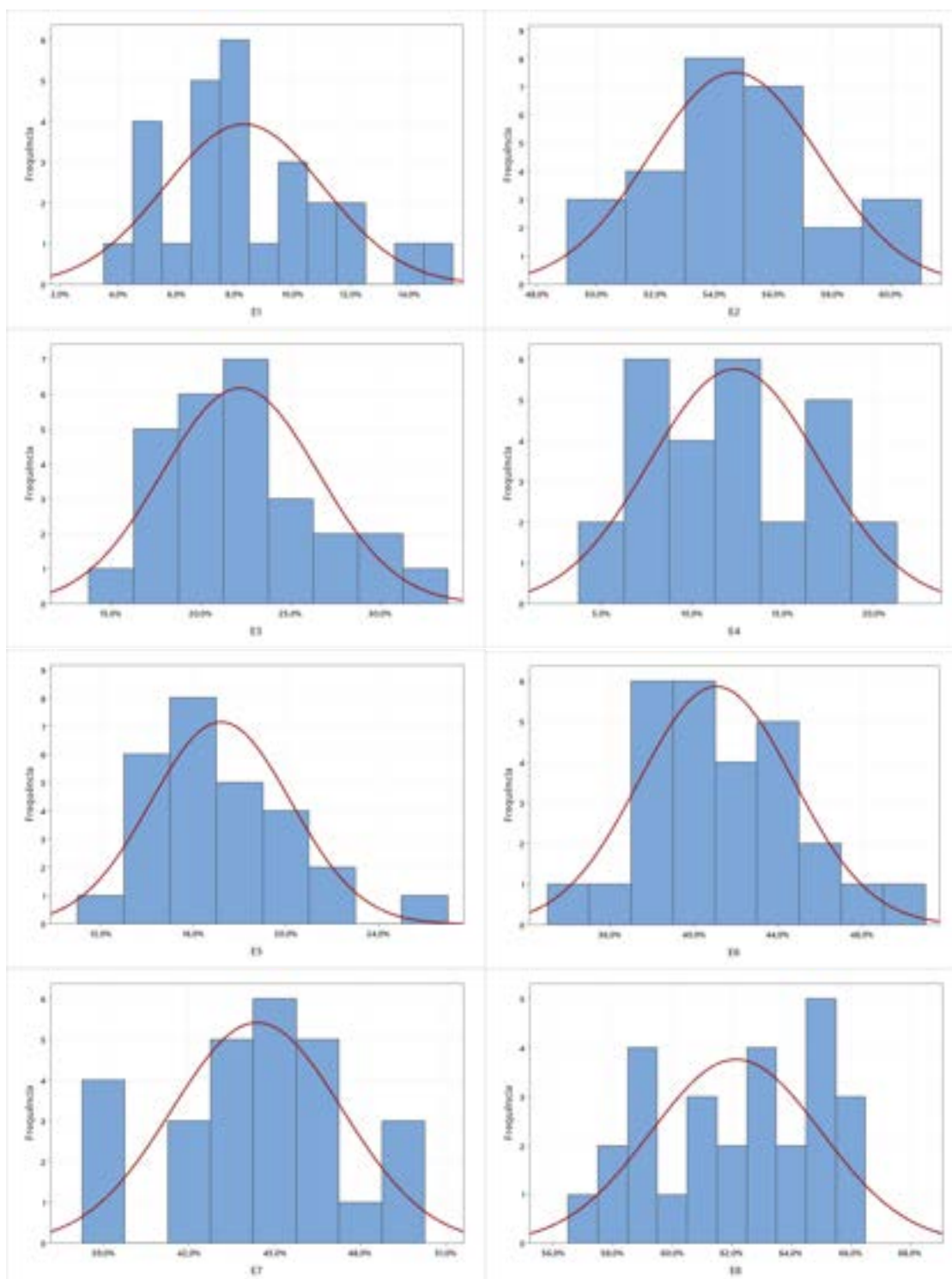
Figura 3: Gráfico tipo Boxplot das variáveis de saída.



Fonte: elaborado pelo autor.

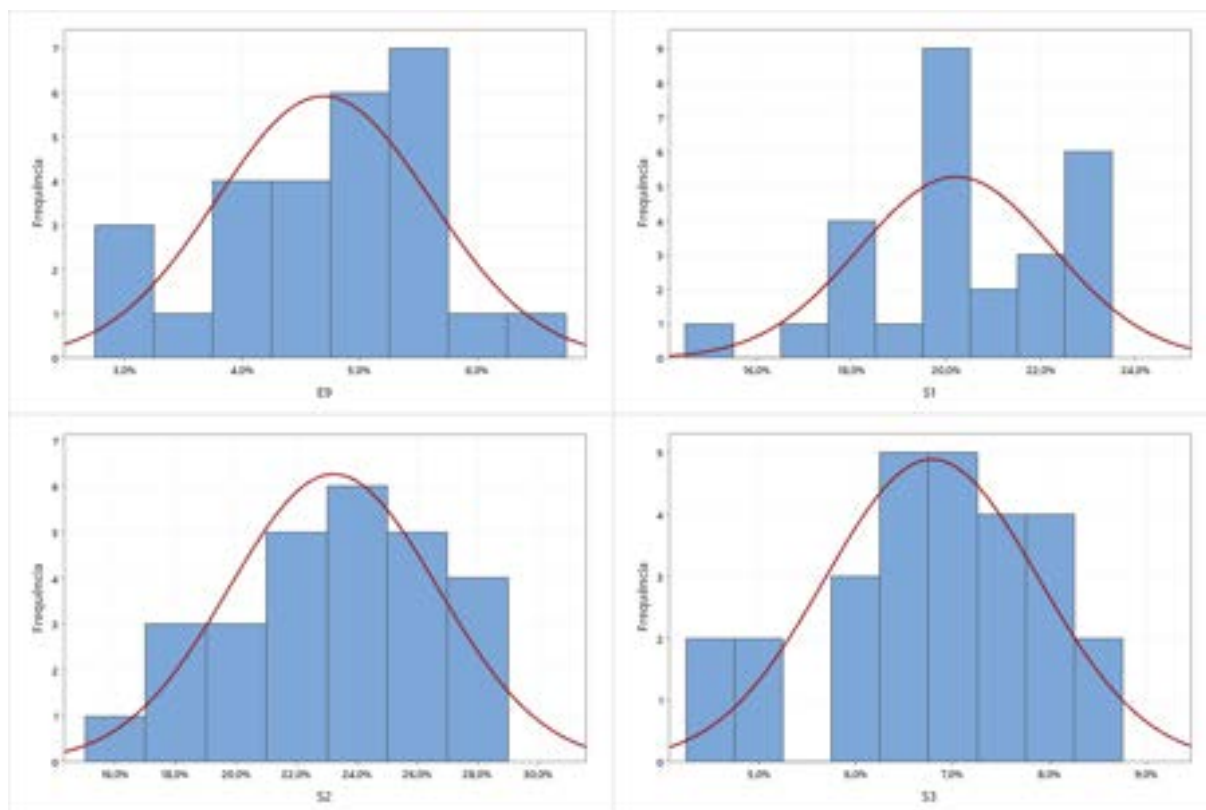
As Figuras 4 e 5 mostram o histograma de todas as variáveis, onde é apresentada a curva normal plotada concomitantemente, mostrando o comportamento modelado dos dados.

Figura 4: Histograma das variáveis de entrada E1 a E8.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5: Histograma das variáveis de saída e da variável de entrada E9.



Fonte: elaborado pelo autor.

Buscando propor os modelos com melhores ajustes para cada variável de saída, foram selecionadas dentre as variáveis de entrada, as que tinham maior correlação com cada variável de saída, conforme na

e Figura 6. E também, procurou-se escolher as variáveis com correlação positiva (maior a porcentagem da variável entrada, maior a porcentagem da variável saída), e negativa (maior a porcentagem da variável entrada, menor a porcentagem da variável saída).

Tabela 3: Correlações das variáveis de entrada com as variáveis de saída.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
S1	0,23	0,78	-0,28	0,30	0,33	-0,37	0,30	-0,30	0,42
S2	0,31	0,26	0,35	0,25	0,03	-0,19	-0,01	-0,07	0,23
S3	0,25	0,25	0,29	0,19	0,23	-0,41	0,28	-0,12	0,23

Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que as variáveis selecionadas são aquelas que apresentam maiores grau de correlação.

Sendo assim, a partir da

, foram propostas três estruturas de modelos:

- **Modelo 1:** Saída S1, com possíveis entradas E2, E3, E5, E6 e E9;
- **Modelo 2:** Saída S2, com possíveis entradas E1, E2, E3 e E4, E6;
- **Modelo 3:** Saída S3, com possíveis entradas E3, E6 e E7.

Foram também feitas demais correlações para o estabelecimento do comportamento das variáveis. A Tabela 4 e a Figura 8 mostram as correlações de todas as variáveis de entrada entre si, na qual destaca-se com maior valor de correlação, 0,77, entre as variáveis E1 e E4 (Fumantes e Consumo de refrigerante). A Tabela 5 e a Figura 7 mostram as correlações de todas as variáveis de saída entre si, na qual destaca-se a maior valor de correlação, 0,71, entre as variáveis S2 e S3 (Hipertensão e Diabetes).

Tabela 4: Correlações das variáveis de entrada entre si.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E2	0,34							
E3	0,49	-0,12						
E4	0,77	0,37	0,46					
E5	0,45	0,60	0,14	0,59				
E6	-0,10	-0,52	0,16	-0,33	-0,50			
E7	-0,26	0,45	-0,35	-0,09	0,25	-0,84		
E8	-0,25	-0,25	-0,19	-0,43	-0,21	0,19	-0,03	
E9	-0,11	0,40	-0,44	-0,19	0,04	-0,13	0,20	0,04

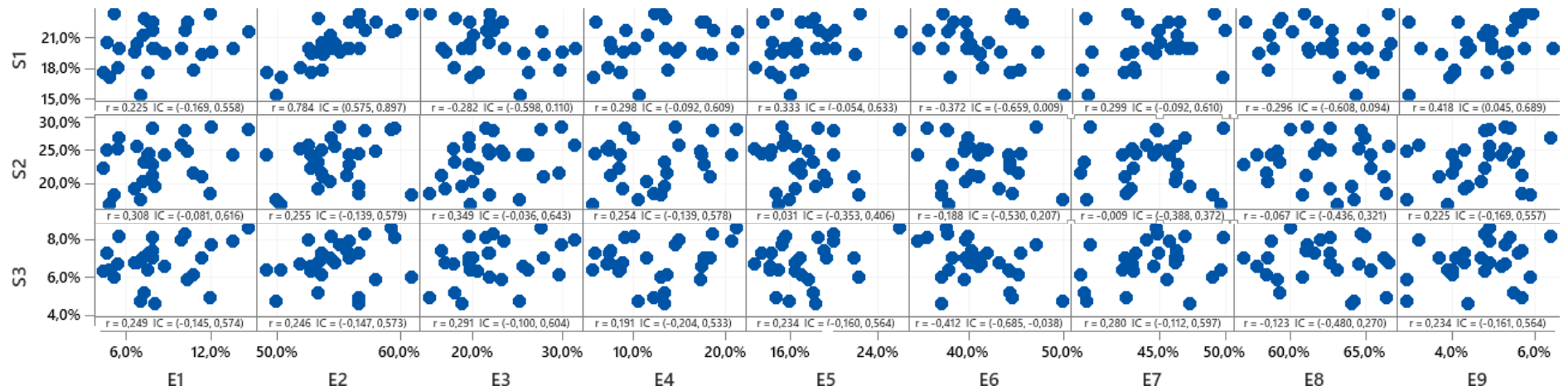
Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5: Correlações das variáveis de saída entre si.

	S1	S2
S2	0,23	
S3	0,14	0,71

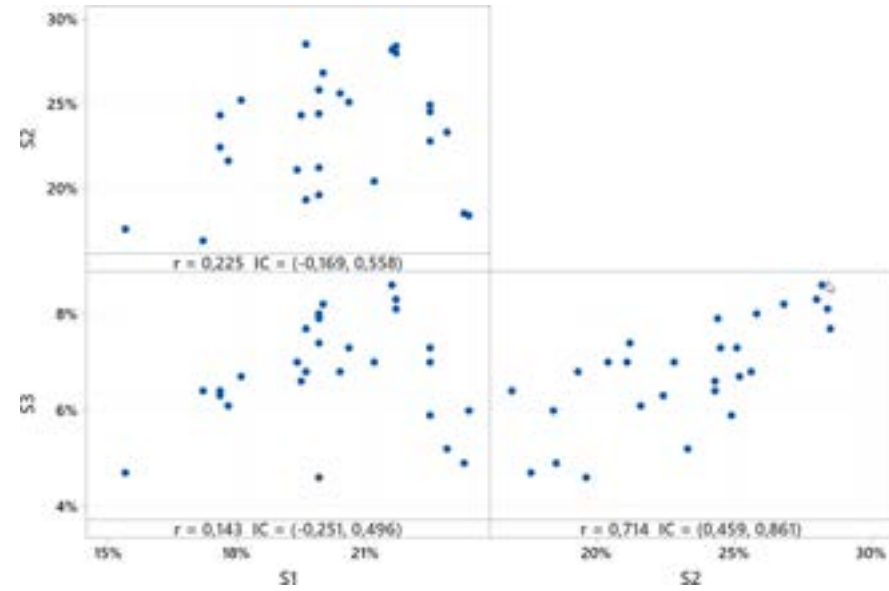
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 6: Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de entrada com as variáveis de saída.



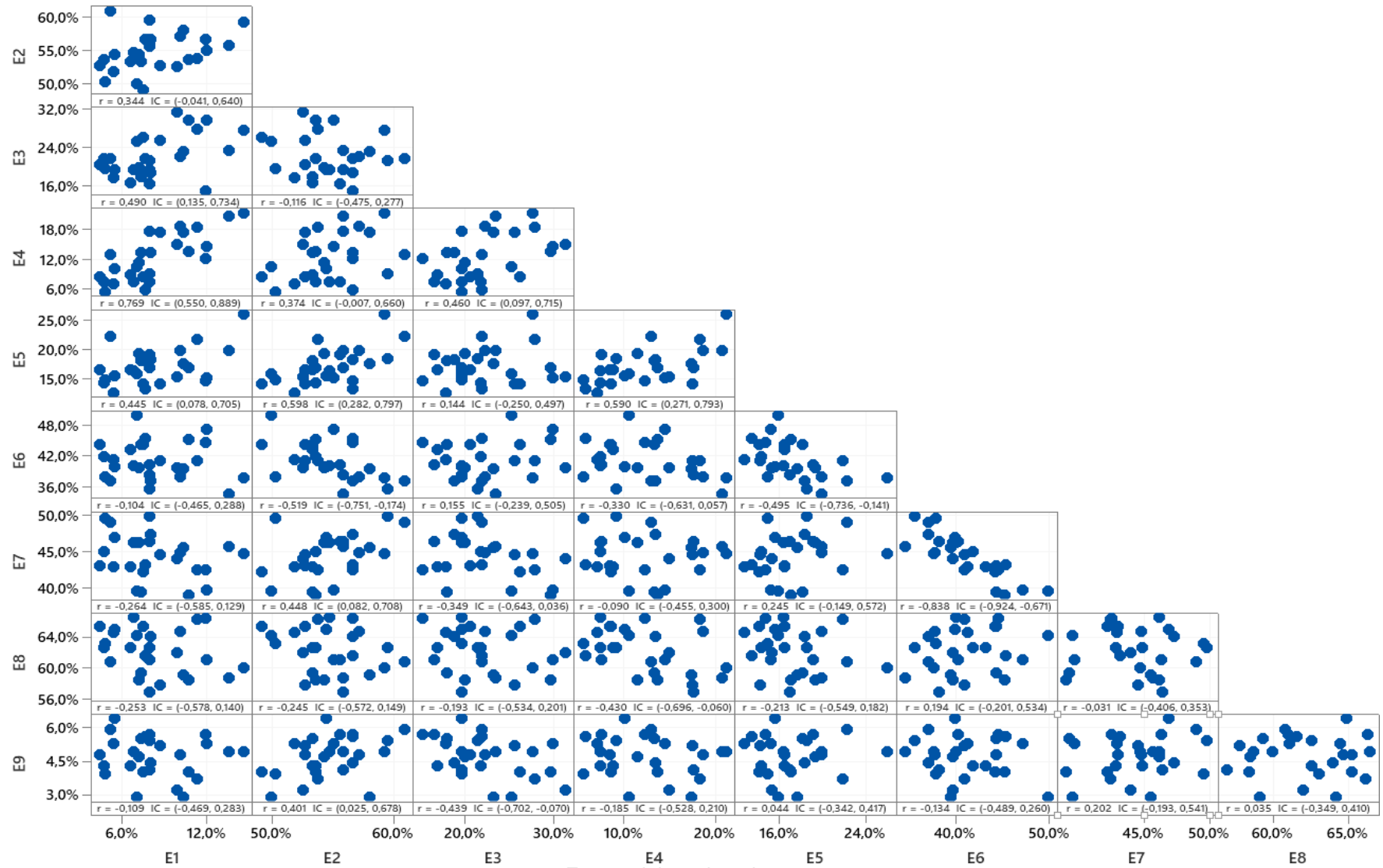
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 7: Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de saída entre si.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 8: Gráfico de dispersão representando as correlações das variáveis de entrada entre si.



Fonte: elaborado pelo autor.

A última análise estatística estabelecida foi a Análise Multivariada, na forma de Análise de Agrupamentos, com o método da Distância do Coeficiente de Correlação / Ligação Completa. Sendo assim, foram calculados diversos passos computacionais (Tabela 5), gerando 3 agrupamentos com nível de similaridade maior que 50% (Figura 9). A análise retornou uma partição final com os seguintes agrupamentos de variáveis:

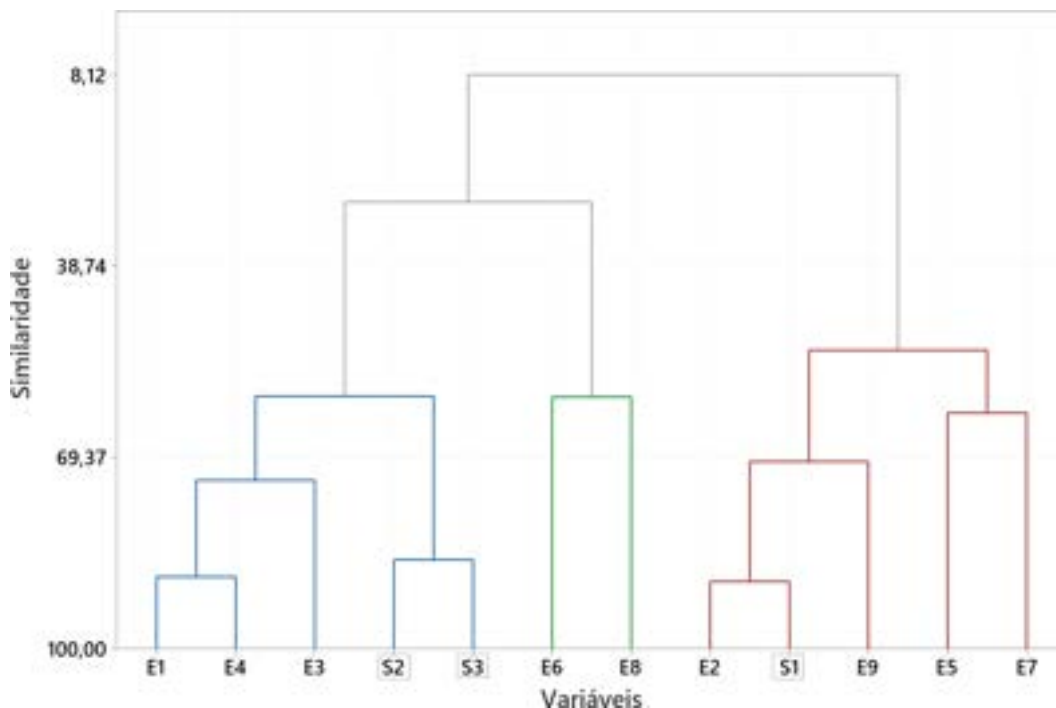
- Agrupamento 1: E1, E3, E4, S2, S3;
- Agrupamento 2: E2, E5, E7, E9, S1;
- Agrupamento 3: E6, E8.

Tabela 6: Passos realizados para formação dos agrupamentos.

Passo	Número de agrupados	Nível de similaridade	Nível de distância	Agrupados reunidos		Novo agrupado	Número de obs. no novo agrupado
1	11	89,2	0,22	2	10	2	2
2	10	88,5	0,23	1	4	1	2
3	9	85,7	0,29	11	12	11	2
4	8	73,0	0,54	1	3	1	3
5	7	70,0	0,60	2	9	2	3
6	6	62,2	0,76	5	7	5	2
7	5	59,7	0,81	6	8	6	2
8	4	59,6	0,81	1	11	1	5
9	3	52,2	0,96	2	5	2	5
10	2	28,5	1,43	1	6	1	7
11	1	8,1	1,84	1	2	1	12

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 9: Dendograma representando os três agrupamentos de variáveis formados.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.2 Modelo Matemático 1 (Obesidade)

5.2.1 Modelos de regressão múltipla

Para a elaboração do Modelo 1, cuja Saída é S1, foram analisadas as possíveis entradas E2, E3, E5, E6 e E9, conforme mostrado na

. Sendo assim, foram gerados modelos de regressão linear múltipla, com os seguintes resultados organizados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados de diversos modelos com Saída 1, com entradas dadas por combinações entre as variáveis E2, E3, E5, E6 e E9.

Entradas	R ²	R ² ajustado
E2, E3, E5, E6, E9	66,7%	58,8%
E2, E9	62,7%	59,6%
E2, E3, E9	65,3%	60,7%
E2, E3, E5	66,7%	62,3%
E2, E3, E5, E9	66,7%	60,6%
E2, E3, E5, E6	66,7%	60,7%

Fonte: elaborado pelo autor.

Pela Tabela 7, elegeu-se o modelo com entradas E2, E3, E5, uma vez que possui um dos maiores R^2 , e também o maior R^2 ajustado. Sendo assim, foi também criado um modelo polinomial múltiplo com tais variáveis. Os resultados de ambos os modelos são mostrados na Tabela 8 e nas Figuras 10 a 21.

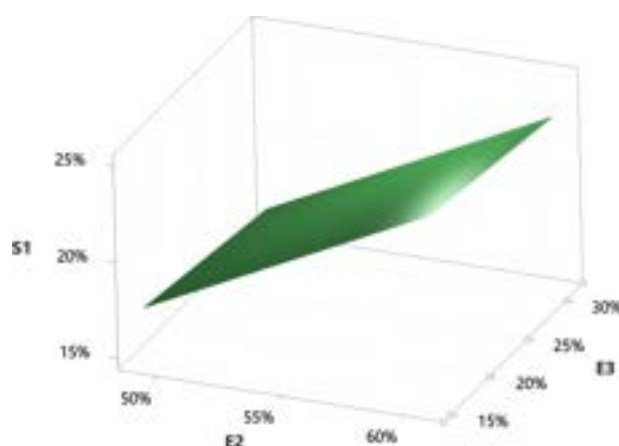
Tabela 8: Resultados dos modelos de Regressão para a saída S1 (obesidade), com entradas E2, E3, E5.

Modelo	Equação	R^2	R^2 ajustado
Regressão linear múltipla	$S1 = -0,0971 + 0,611 E2 - 0,0749 E3 - 0,107 E5$	66,7%	62,3%
Regressão polinomial múltipla	$S1 = -0,921 + 3,35 E2 + 0,56 E3 - 1,52 E2 \cdot E3 - 2,19 E2^2 + 0,42 E3^2 - 0,072 E5^2$	68,6%	59,2%

Fonte: elaborado pelo autor.

As Figuras 10, 11 e 12 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças, E5 – alimentos ultraprocessados, sendo:

Figura 10: Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$,

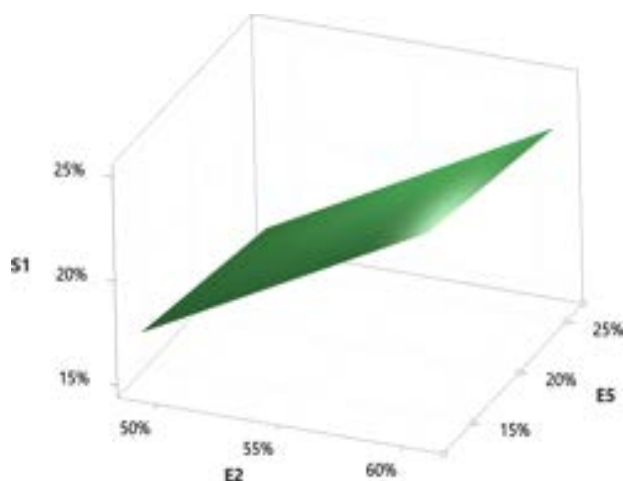


Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E5 está fixada em 17,2% da população que respondeu consumir alimentos ultraprocessados. As demais variáveis, E2 e E3, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E5 com 17,2% da

população, conforme diminui E2 e diminui E3, a porcentagem de população obesa diminui.

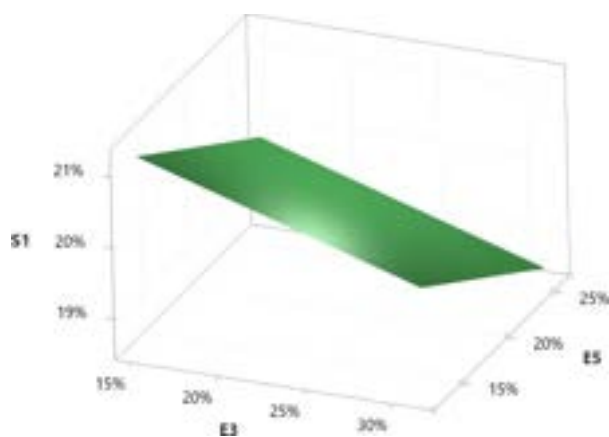
Figura 11: Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22,2% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças (Vigitel 2019). As demais variáveis, E2 e E5, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22,2% da população, conforme diminui E2 e diminui E5, a porcentagem de população obesa diminui.

Figura 12: Superfície tridimensional do modelo1 com regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixada em 54,7% da população que respondeu estar com excesso de peso (Vigitel 2019). As demais variáveis, E3 e E5, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 54,7% da população, conforme vai aumentando E3 e aumentando E5, a porcentagem da população obesa diminui.

As Figuras 13, 14 e 15 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças, E5 – alimentos ultraprocessados, sendo:

Figura 113: Mapas de contorno do modelo regressão linear múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E5 está fixa em 17,2% da população que respondeu consumir alimentos ultraprocessados. As demais variáveis, E3 e E2 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E5 com 17,2% da população, conforme diminui E2 e aumenta E3, a porcentagem da população obesa diminui.

Figura 14: Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixa em 22,2% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças (Vigitel 2019). As demais variáveis, E5 e E2 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22,2% da população, conforme diminui E2 e aumenta E5, a porcentagem da população obesa diminui.

Figura 15: Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$.

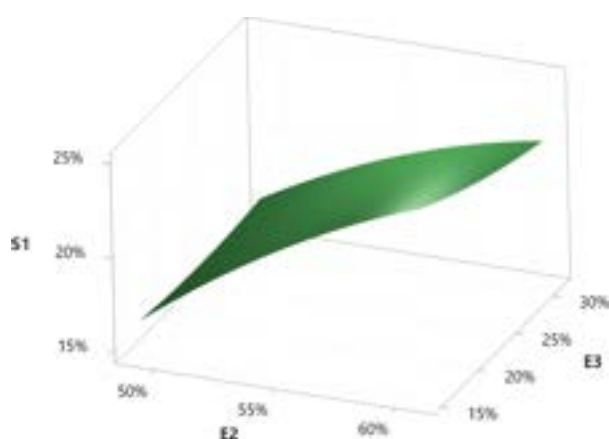


Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixa em 54,7% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, E5 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 54,7% da população, conforme vai aumentando E3 e aumentando E5, a porcentagem da população obesa diminui.

As Figuras 16, 17 e 18 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças, E5 – alimentos ultraprocessados, sendo:

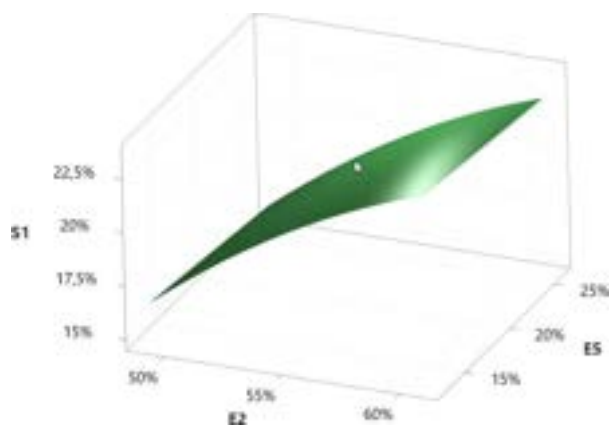
Figura 126: Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E5 = 17,2\%$,



Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que a variável E5 está fixa em 17,2% da população que respondeu consumir alimentos ultraprocessados (Vigitel 2019). As demais variáveis, E2 e E3, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E5 com 17,2% da população, conforme diminui E2 e diminui E3, a porcentagem de população obesa diminui.

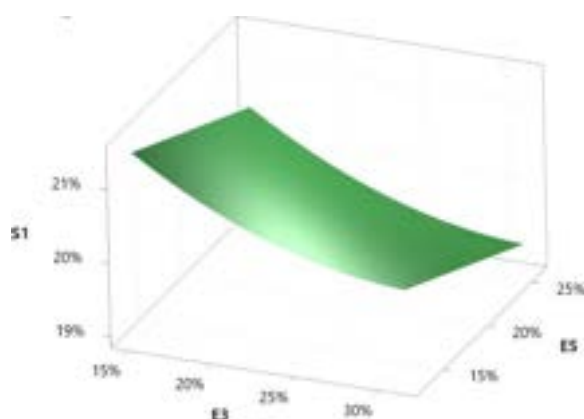
Figura 17: Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixa em 22,2% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E2 e E5, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22,2% da população, conforme diminui E2 e diminui E5, a porcentagem de população obesa diminui.

Figura 18: Superfície tridimensional do modelo de regressão polinomial múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixa em 54,7% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, E3 e E5, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 54,7% da população,

conforme vai aumentando E3 e diminuindo E5, a porcentagem de população obesa diminui.

As Figuras 19, 20 e 21 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças, E5 – alimentos ultraprocessados, sendo:

Figura 139: Mapas de contorno do modelo regressão polinomial múltipla, com valores fixados em $E5 = 17,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E5 está fixa em 17,2% da população que respondeu consumir alimentos ultraprocessados (Vigitel 2019). As demais variáveis, E3 e E2 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E5 com 17,2% da população, conforme diminui E2 e aumenta E3, a porcentagem de população obesa diminui.

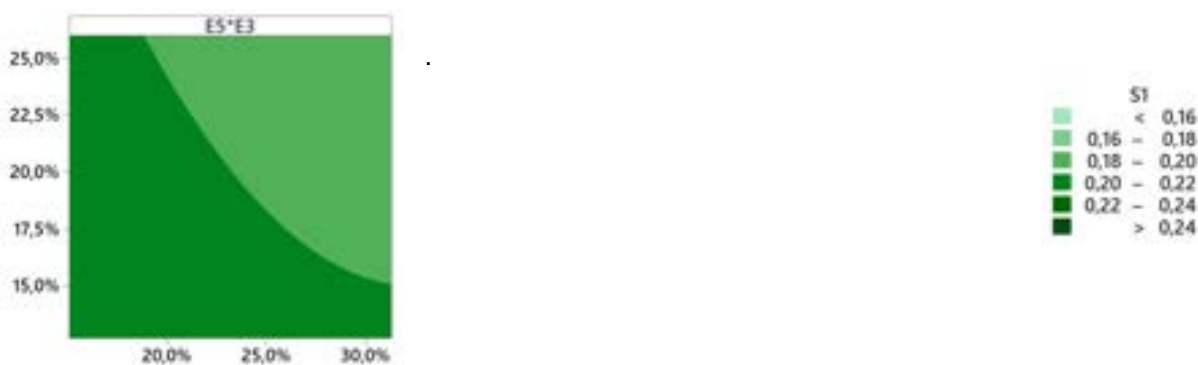
Figura 20: Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E3 = 22,2\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixa em 22,2% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E5 e E2 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22,2% da população, conforme diminui E2 e aumento E5, a porcentagem de população obesa diminui.

Figura 21: Superfície tridimensional do modelo de regressão linear múltipla, com valor fixado em $E2 = 54,7\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixa em 54,7% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, E5 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 54,7% da população, conforme vai aumentando E3 e diminuindo E5, a porcentagem de população obesa diminui.

5.2.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS

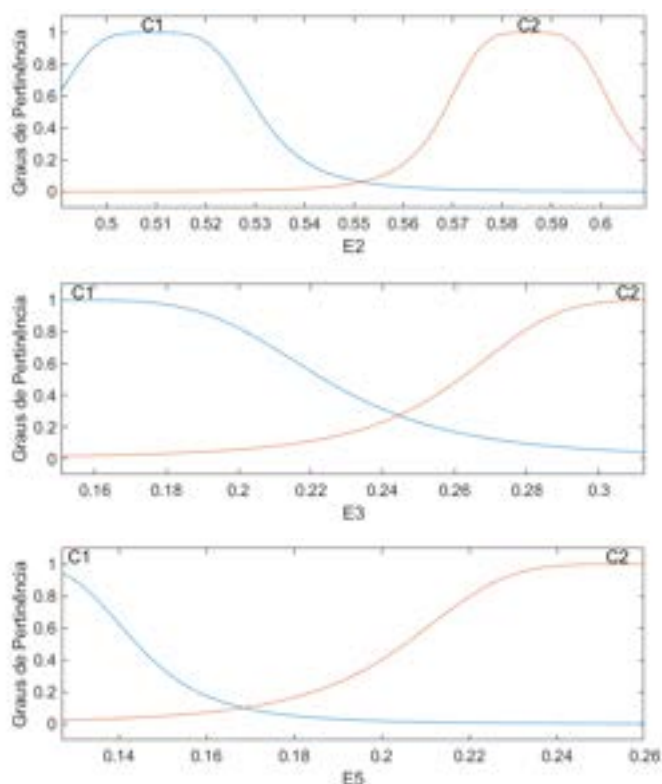
Com a utilização do Fuzzy Logic Toolbox do *software* MATLAB®, foi possível executar o sistema capaz de ajustar as funções de pertinência, estruturar as regras e estabelecer o modelo neuro-fuzzy. Os dados, após serem submetidos às camadas do sistema ANFIS, promoveram as modificações nos limites das funções de pertinência anteriormente estabelecidas, conforme mostram a Tabela 9 e Figura 22.

Tabela 9: Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada.

Variável de Entrada	Conjunto Fuzzy	Parâmetros		
		a	b	c
1	1	0,021	2,002	0,509
1	2	0,017	2,002	0,585
2	1	0,074	2,000	0,150
2	2	0,060	2,001	0,322
3	1	0,034	2,001	0,111
3	2	0,051	2,001	0,256

Fonte: elaborado pelo autor.

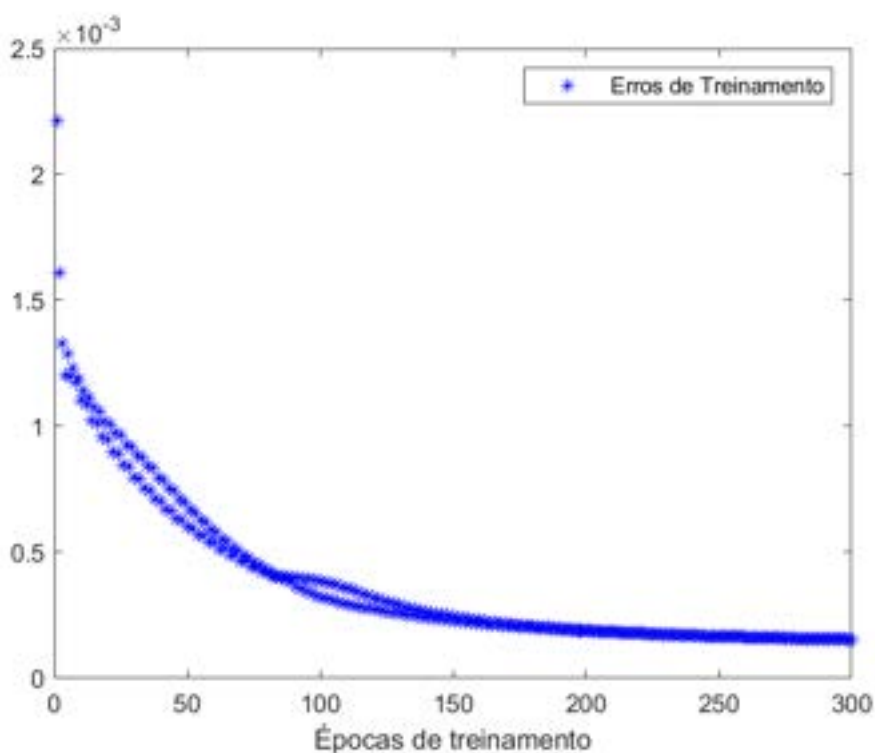
Figura 22: Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).



Fonte: elaborado pelo autor.

Os limites são modificados com o objetivo de treinar o algoritmo de aprendizagem para a obtenção do menor erro possível de predição da variável de saída, que inicia com erro de, aproximadamente, $2,2 \cdot 10^{-3}$ e após 300 épocas de treinamento, atinge erro de, aproximadamente, $0,2 \cdot 10^{-3} = 0,0002$, conforme Figura 23.

Figura 23: Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.



Fonte: elaborado pelo autor.

Verifica-se, ainda, que as variáveis envolvidas no modelo neuro-*fuzzy* possuem escalas (range) diferentes (Tabela 10), causada pelas diferentes unidades de medida utilizadas neste trabalho, o que não impede a modelagem neuro-*fuzzy*.

Tabela 10: Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.

Variável	Limite Inferior	Limite Superior
E2	0,491	0,609
E3	0,151	0,313
E5	0,127	0,260
S1	0,154	0,234

Fonte: elaborado pelo autor.

Portanto, o modelo ANFIS para a obtenção da variável de saída estabelece 2 funções de pertinência para cada uma das 3 variáveis de entrada, que são combinadas por meio de $2^3 = 8$ regras, cujos coeficientes dados pela Tabela 11.

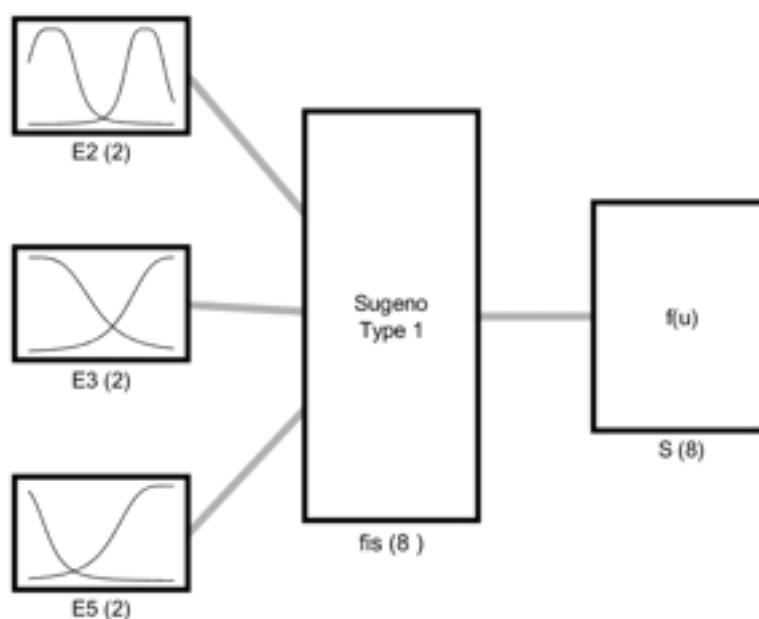
Tabela 11: Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição de cada regra do modelo elaborado.

Rule	a_1	a_2	a_0
1	0,543	1,009	-0,796
2	-0,027	-2,395	1,257
3	0,554	0,568	-0,796
4	0,091	1,026	1,013
5	-0,661	0,145	2,199
6	0,027	1,316	0,813
7	0,135	-0,084	0,404
8	0,819	0,185	0,504

Fonte: elaborado pelo autor.

Desta forma, a arquitetura do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) elaborado para a obtenção da variável de saída combina, por meio de 8 regras, duas variáveis de entrada, como mostrado na Figura 24.

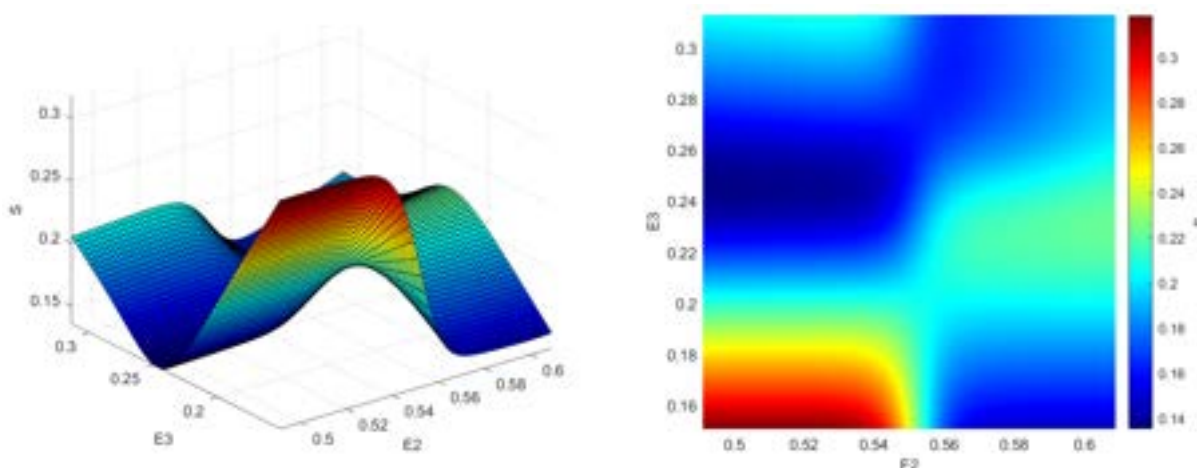
Figura 24: Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S1 - Obesidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a análise e interpretação da variável de saída de forma facilitada, é possível a obtenção de mapas de contorno. Conforme as Figura 25, 26 e 27, é possível observar que regiões com cores mais “quentes” (tonalidade vermelha) representam valores de S1 maiores, enquanto cores mais “frias” (tonalidade azul) representam situações com menor ocorrência de S1 (obesidade).

Figura 25: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em E5 = 17,2%.



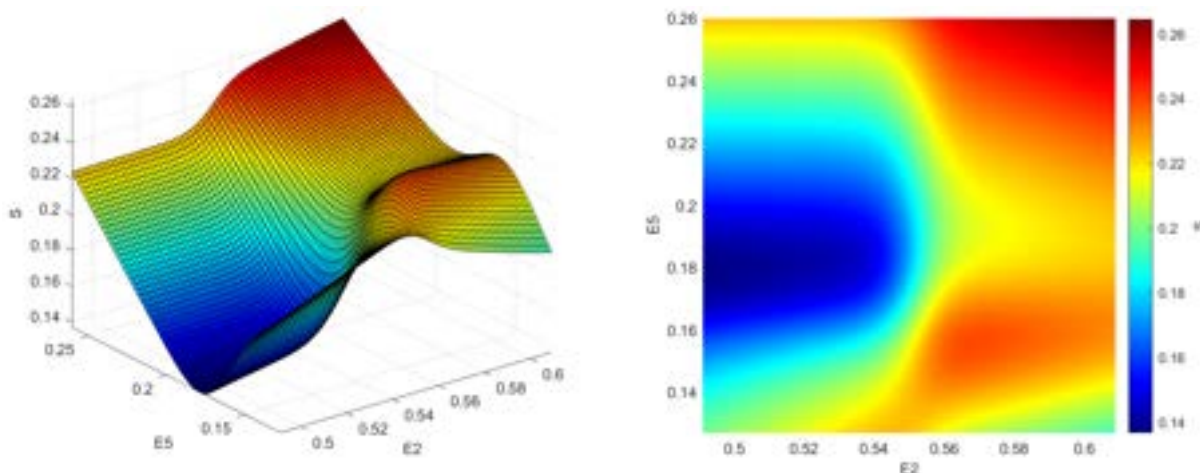
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E5 está fixada em 17,2%, mostrando que esse é o percentual da população que respondeu consumir alimentos ultraprocessados. As demais variáveis, E2 e E3, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo:

O gráfico mostra que é preciso equilibrar as variáveis. A região de maior obesidade (vermelho) é quando a população está com excesso de peso entre 50% e 54% (E2), e o consumo de frutas e hortaliças está em 16% (E3); sem alterar o excesso de peso e subir o consumo de frutas e hortaliças entre 24% e 26%, a população obesa diminui para 14%; contudo, se o consumo de frutas e hortaliças continuar subindo e ultrapassar 26%, faz com que a obesidade comece a aumentar. Já se o consumo de frutas e hortaliças manter-se em 24% e o excesso de peso aumentar para 56%, a obesidade aumenta para 26%. Outra região do gráfico a ser interpretada é o consumo de frutas e hortaliças em 16% e o excesso de peso em 60%, acarretando na obesidade ser baixa em 16% da população. É preciso equilibrar essas variáveis para enfrentar a obesidade, segundo os dados do Vigitel.

Figura 26: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em E3 = 22,2%.



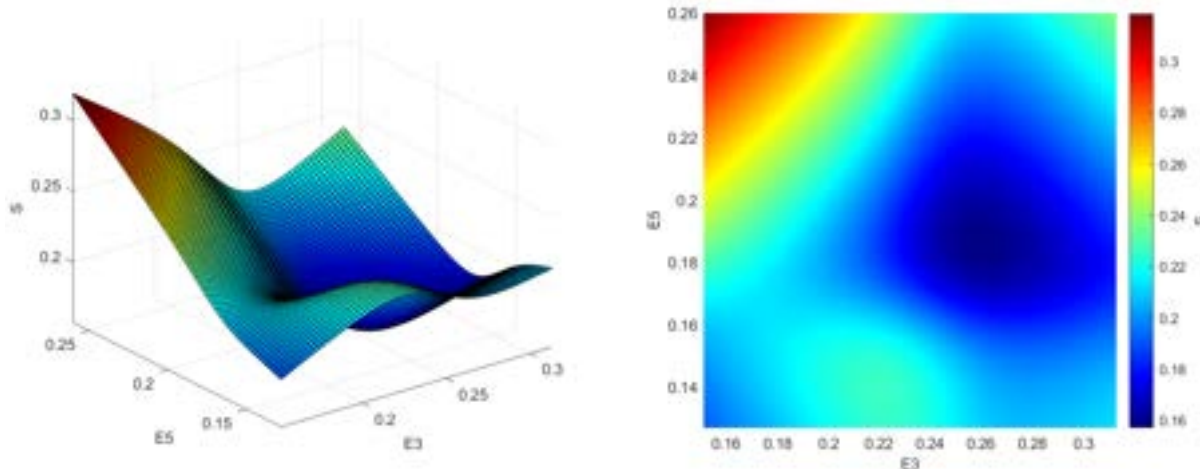
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E3 está fixada em 22,2%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E5 e E2, oscilam conforme modelagem matemática.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações de porcentagens das variáveis. Vamos interpretá-lo:

A região de maior obesidade (vermelho) é quando 58% a 60% a população está com excesso de peso (E2), e o consumo de alimentos ultraprocessados está entre 24% e 26% (E5). Importante observar que o menor índice de obesidade não ocorre quando há a combinação do consumo de alimentos ultraprocessados e o excesso de peso em seus menores índices (14% e 50% respectivamente), mas quando o consumo de alimentos ultraprocessados está em 18%, e o excesso de peso sim, estar no seu menor índice. É preciso equilibrar essas variáveis para enfrentar a obesidade, segundo os dados do Vigitel.

Figura 27: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S1 (Obesidade), com valor fixado em E2 = 54,7%.



Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E2 está fixada em 54,7%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido estar com excesso de peso. As demais variáveis, E5 e E3, oscilam conforme modelagem matemática.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo:

A região de maior obesidade (vermelho) é quando 26% da população está consumindo alimentos ultraprocessados (E5), e 16% da população consome frutas e hortaliças (E3). A região de menor obesidade ocorre quando é reduzido para 18% da população que consome alimentos ultraprocessados e sobe para 26% da população que consome frutas e hortaliças; se continuar a aumentar consumo de frutas e hortaliças, a obesidade aumenta. Muito importante observar que ao aumentar o consumo de frutas e hortaliças para 30% e diminuir o consumo de alimentos ultraprocessados para 14%, não obtém o menor índice de obesidade. O gráfico mostra que alto percentual de alimentos ultraprocessados e baixo percentual de frutas e hortaliças resulta em obesidade, mas inverter esses percentuais para baixo percentual de alimentos ultraprocessados e alto percentual de frutas e hortaliças não leva ao menor percentual de população obesa. É preciso equilibrar essas variáveis para enfrentar a obesidade, segundo os dados do Vigitel.

O coeficiente de determinação R^2 do modelo ANFIS foi de 0,9999 enquanto o modelo de regressão linear apresenta $R^2 = 0,6666$. Os demais índices calculados para a verificação da qualidade de predição do modelo podem ser vistos na Tabela 12, sendo que em todos os indicadores o modelo ANFIS apresenta desempenho superior ao modelo de regressão. Isso demonstra a capacidade de aprendizado do modelo, que entende a distribuição de dados de acordo com suas próprias características.

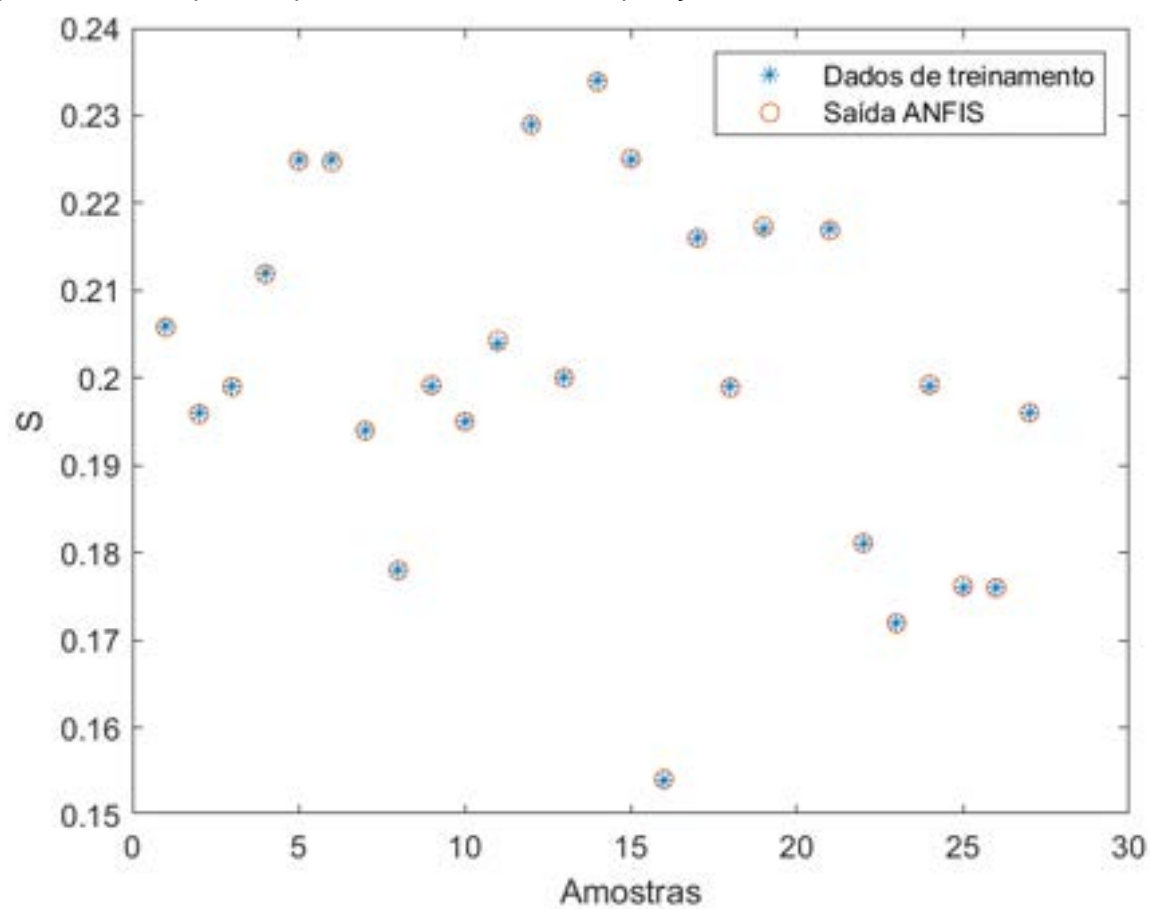
Tabela 12: Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.

	Neuro-fuzzy (ANFIS)	Regressão Linear
R²	0,9999	0,6666
R² ajustado	0,9999	0,6231
d-Willmott	0,99999	0,89264
MAE	0,0001	0,0093
MSE	0,00000002	0,00013416
NRMSE	0,007	0,577

Fonte: elaborado pelo autor.

Esses resultados são reflexo da qualidade do treinamento do modelo (Figura 14), em que os asteriscos representam os valores reais valores de saída e os círculos os preditos pelo modelo. Percebe-se, portanto, que os valores coincidem em quase todas as vezes e em outras apresentam pequenos desvios, sendo mais uma evidência da qualidade de aprendizagem do modelo.

Figura 14: Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Modelo Matemático 2 (Hipertensão)

5.3.1 Modelos de regressão múltipla

Para a elaboração do Modelo 2, cuja Saída é S2, foram analisadas as possíveis entradas E1, E2, E3, E4 e E6, conforme mostrado na

. Sendo assim, foram gerados modelos de regressão linear múltipla, com os seguintes resultados organizados na Tabela 13.

Tabela 13: Resultados de diversos modelos de regressão linear múltipla com Saída 2, com entradas dadas por combinações entre as variáveis E1, E2, E3, E4 e E6.

Entradas	R ²	R ² ajustado
E1, E2, E3, E4, E6	23,8%	5,6%
E1, E2, E3, E6	22,2%	8,1%
E2, E3, E4, E6	22,7%	8,7%
E2, E3, E6	22,1%	12,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Pela Tabela 13, elegeu-se o modelo com entradas E2, E3, E6, uma vez que possui um dos maiores R², e também o maior R² ajustado. Sendo assim, foi também criado um modelo polinomial múltiplo com tais variáveis. Os resultados de ambos os modelos são mostrados na Tabela 14 e nas Figuras 15 a 40.

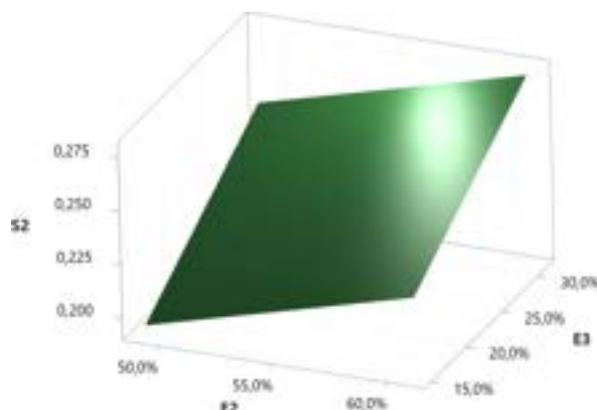
Tabela 14: Resultados dos modelos de Regressão para a saída S2 (hipertensão), com entradas E2, E3, E6.

Modelo	Equação	R ²	R ² ajust
Regressão linear múltipla	$S2 = 0,058 + 0,281 E2 + 0,312 E3 - 0,119 E6$	22,1%	12,0%
Regressão polinomial múltipla	$S2 = -5,31 + 14,5 E2 - 1,84 E3 + 8,19 E6 + 6,94 E2.E3 - 6,9 E2.E6 - 0,73 E3.E6 - 11,81 E2^2 - 2,69 E3^2 - 5,18 E6^2$	38,2%	5,4%

Fonte: elaborado pelo autor.

As Figuras 29, 30 e 31 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, sendo:

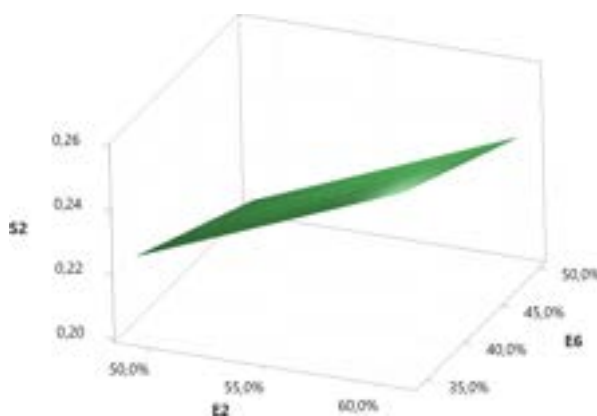
Figura 15: Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E2 e E3, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, conforme diminui E2 e diminui E3, a porcentagem de população hipertensa diminui.

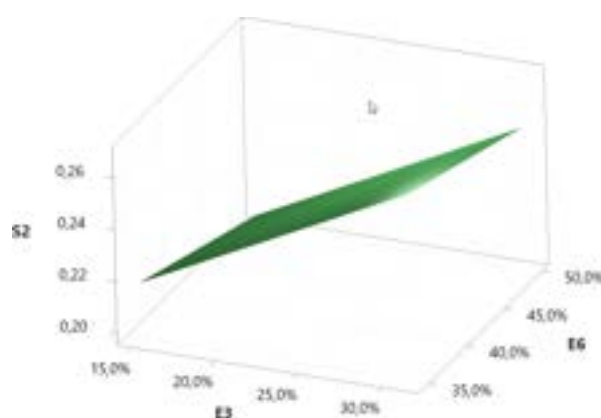
Figura 16: Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, valor fixado em $E3 = 22\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E2 e E6, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme diminui E2 e aumenta E6, a porcentagem de população hipertensa diminui.

Figura 17: Superfícies tridimensionais do modelo2 com regressão linear múltipla, para valores fixados em $E2 = 55\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixada em 55% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, E3 e E6, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 55% da população, conforme diminui E3 e aumenta E6, a porcentagem de população hipertensa diminui.

As Figuras 32, 33 e 34 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E2 – excesso de peso, E3 – frutas e hortaliças, E6 – atividade física no tempo livre, sendo:

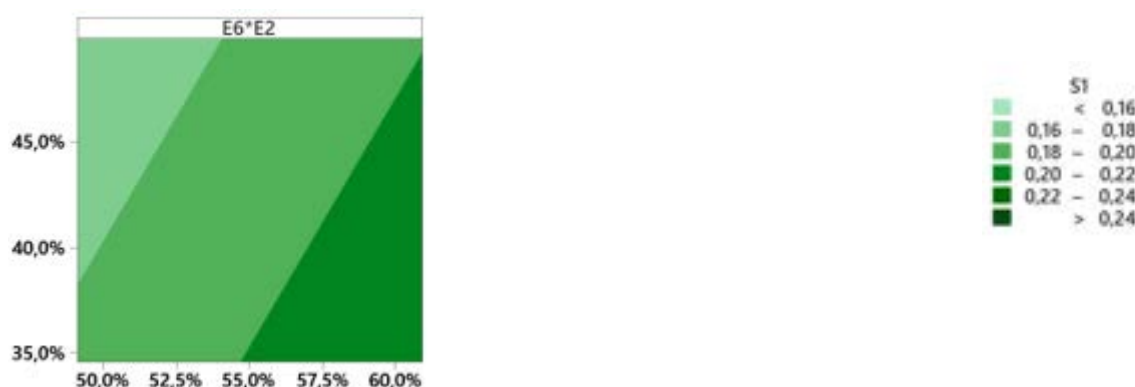
Figura 18: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E6$ está fixa em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, $E3$ e $E2$ (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de $E6$ com 41% da população, conforme diminui $E2$ e diminui $E3$, a porcentagem de população hipertensa diminui.

Figura 19: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.

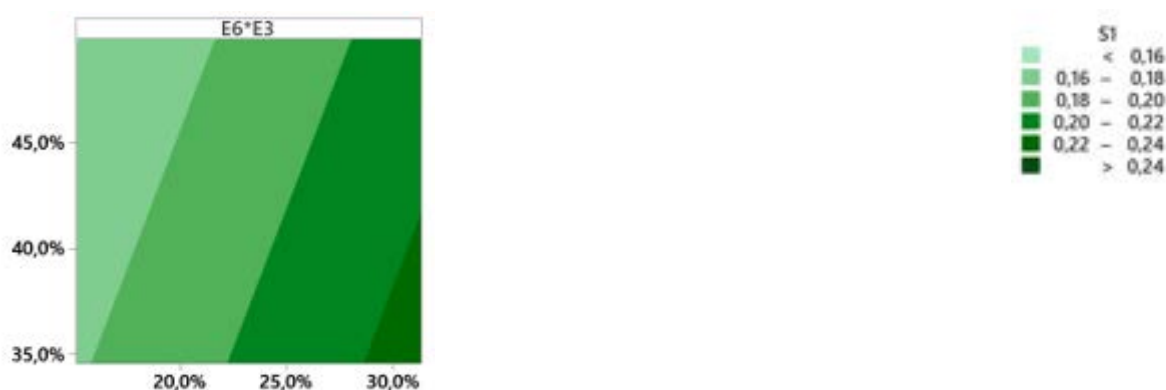


Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E3$ está fixa em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, $E6$ e $E2$ (eixos Y e X),

oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme diminui E2 e aumenta E6, a porcentagem de população hipertensa diminui.

Figura 20: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$.

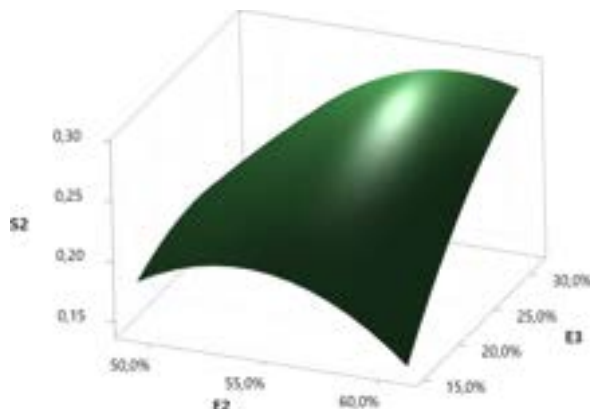


Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E2$ está fixa em 55% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, $E6$ e $E3$ (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de $E2$ com 55% da população, conforme diminui $E3$ e aumenta $E6$, a porcentagem de população hipertensa diminui.

As Figuras 35, 36 e 37 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas $E2$ – excesso de peso, $E3$ – frutas e hortaliças, $E6$ – atividade física no tempo livre, sendo:

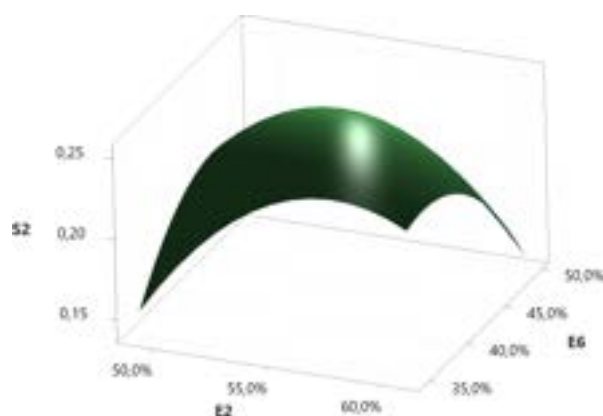
Figura 21: Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E6$ está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, $E2$ e $E3$, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de $E6$ com 41% da população, conforme aumenta $E2$ e diminui $E3$, a porcentagem de população hipertensa diminui.

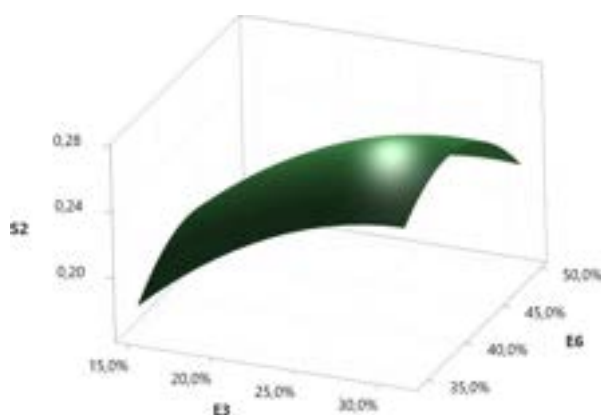
Figura 22: Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E3$ está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, $E2$ e $E6$, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de $E3$ com 22% da população, conforme diminui $E2$ e diminui $E6$, a porcentagem de população hipertensa diminui. Se aumentar $E2$ e também aumentar $E6$, a população hipertensa reduz.

Figura 237: Superfícies tridimensionais do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$.

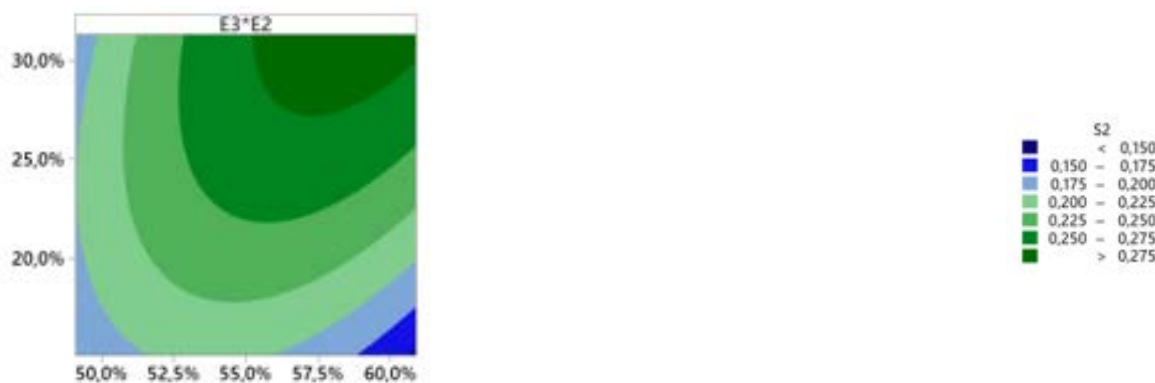


Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável $E2$ está fixada em 55% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, $E3$ e $E6$, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de $E2$ com 55% da população, conforme diminui $E3$ e aumenta $E6$, a porcentagem de população hipertensa diminui.

As Figuras 38, 39 e 40 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas $E2$ – excesso de peso, $E3$ – frutas e hortaliças, $E6$ – atividade física no tempo livre, sendo:

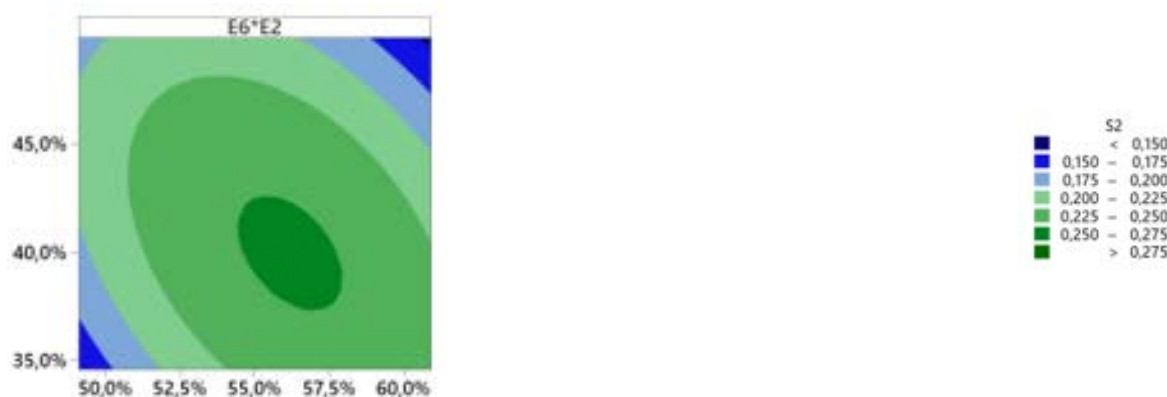
Figura 24: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E3 e E2, (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, conforme aumenta E2 e diminui E3, a porcentagem de população hipertensa diminui.

Figura 25: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E6 e E2 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme diminui E2 e diminui E6, a porcentagem de população hipertensa diminui. Se aumentar E2 e também aumentar E6, a população hipertensa reduz.

Figura 26: Mapas de contorno do modelo 2 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E2 = 55\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E2 está fixada em 55% da população que respondeu estar com excesso de peso. As demais variáveis, E6 e E3, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E2 com 55% da população, conforme diminui E3 e aumenta E6, a porcentagem de população hipertensa diminui.

5.3.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS

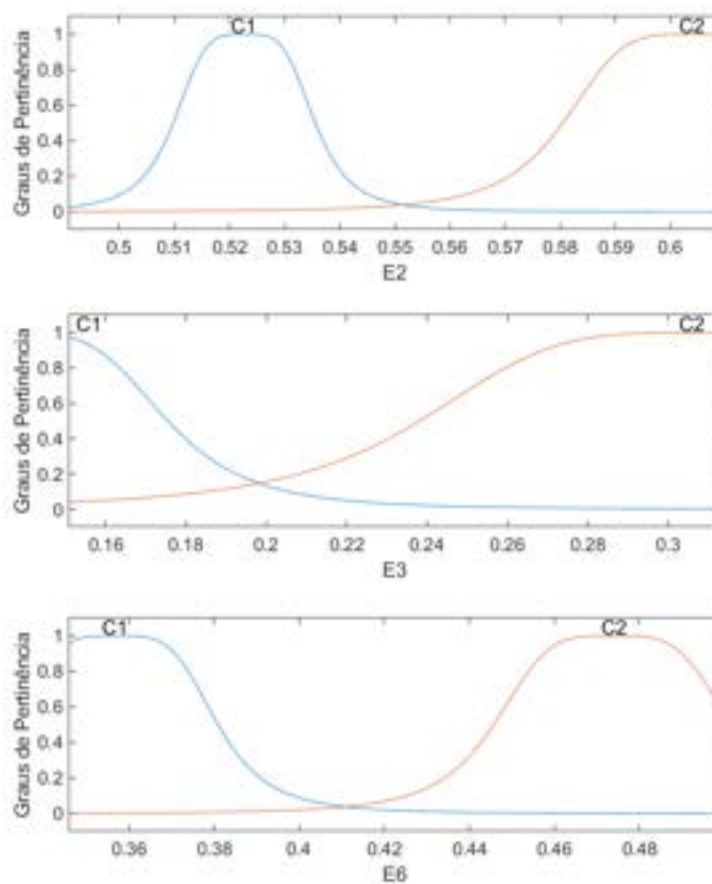
Com a utilização do *Fuzzy Logic Toolbox* do software MATLAB®, foi possível executar o sistema capaz de ajustar as funções de pertinência, estruturar as regras e estabelecer o modelo neuro-fuzzy. Os dados, após serem submetidos às camadas do sistema ANFIS, promoveram as modificações nos limites das funções de pertinência anteriormente estabelecidas, conforme mostram a Tabela 15 e Figura 27.

Tabela 15: Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada.

Variável de Entrada	Conjunto Fuzzy	Parâmetros		
			b	c
1	1	0,013	2,002	0,523
1	2	0,024	2,001	0,604
2	1	0,041	2,000	0,134
2	2	0,073	2,001	0,311
3	1	0,024	2,002	0,357
3	2	0,028	2,002	0,474

Fonte: elaborado pelo autor.

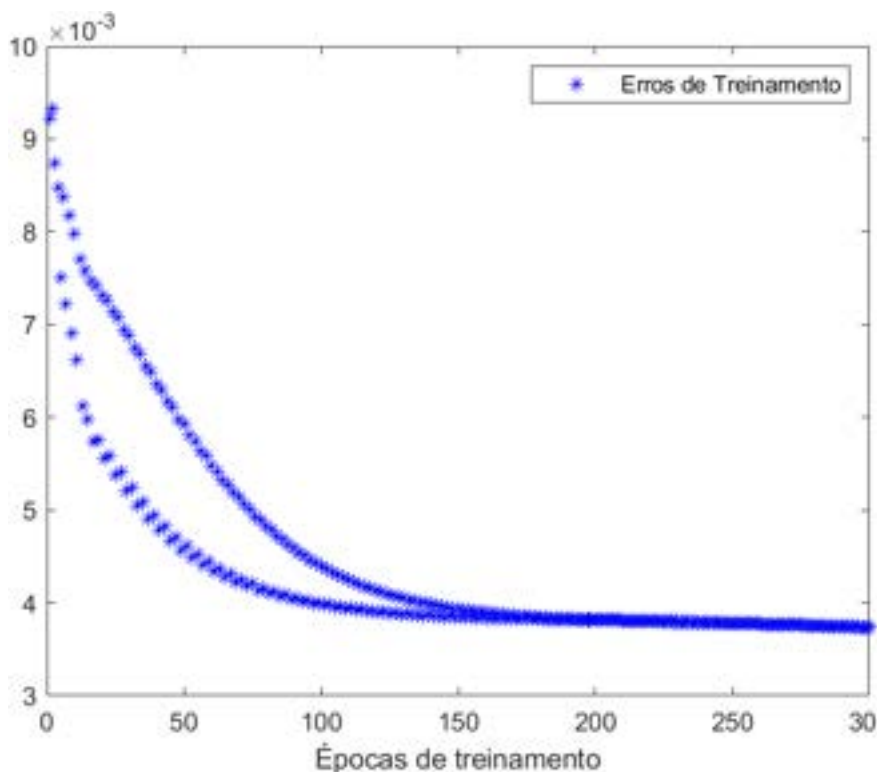
Figura 27: Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).



Fonte: elaborado pelo autor.

Os limites são modificados com o objetivo de treinar o algoritmo de aprendizagem para a obtenção do menor erro possível de predição da variável de saída, que inicia com erro de, aproximadamente, $9,2 \cdot 10^{-3}$ e após 300 épocas de treinamento, atinge erro de, aproximadamente, $3,8 \cdot 10^{-3} = 0,0038$, conforme Figura 28.

Figura 28: Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.



Fonte: elaborado pelo autor.

Verifica-se, ainda, que as variáveis envolvidas no modelo neuro-*fuzzy* possuem escalas (range) diferentes (Tabela 16), causada pelas diferentes unidades de medida utilizadas neste trabalho, o que não impede a modelagem neuro-*fuzzy*.

Tabela 16: Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.

Variável	Limite Inferior	Limite Superior
E2	0,491	0,609
E3	0,151	0,313
E6	0,346	0,499
S2	0,169	0,285

Fonte: elaborado pelo autor.

Portanto, o modelo ANFIS para a obtenção da variável de saída estabelece 2 funções de pertinência para cada uma das 3 variáveis de entrada, que são combinadas por meio de $2^3 = 8$ regras, cujos coeficientes dados pela Tabela 17.

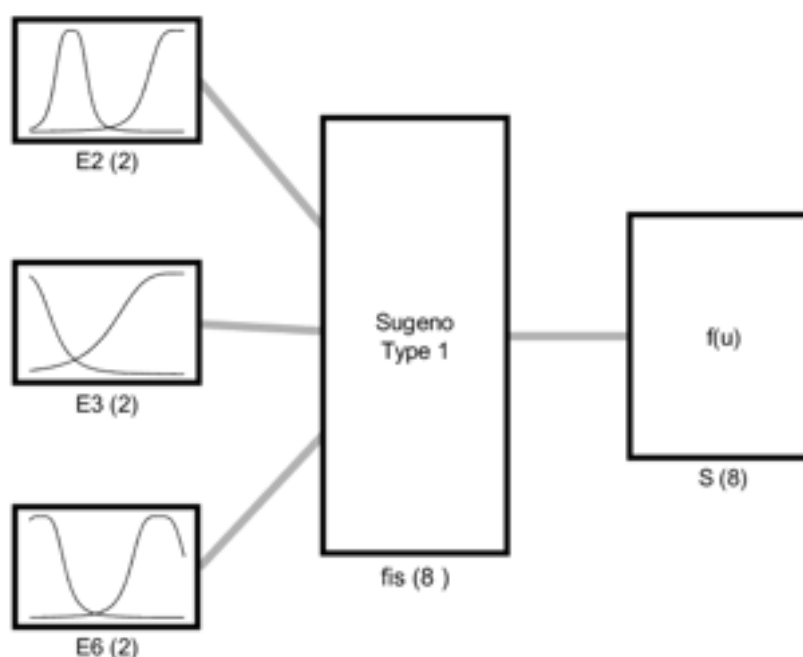
Tabela 17: Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição de cada regra do modelo elaborado.

Rule	a_1	a_2	a_3	a_0
1	5,88	-1,21	7,72	-5,40
2	6,74	1,23	4,42	-5,56
3	-11,02	2,22	9,23	1,69
4	-0,03	-0,30	-0,91	0,72
5	-3,79	5,18	-0,36	1,46
6	0,70	-3,79	1,71	-0,42
7	-3,51	0,89	-4,66	3,86
8	1,80	3,10	-6,26	1,45

Fonte: elaborado pelo autor.

Desta forma, a arquitetura do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) elaborado para a obtenção da variável de saída combina, por meio de 8 regras, duas variáveis de entrada, como mostrado na Figura 29.

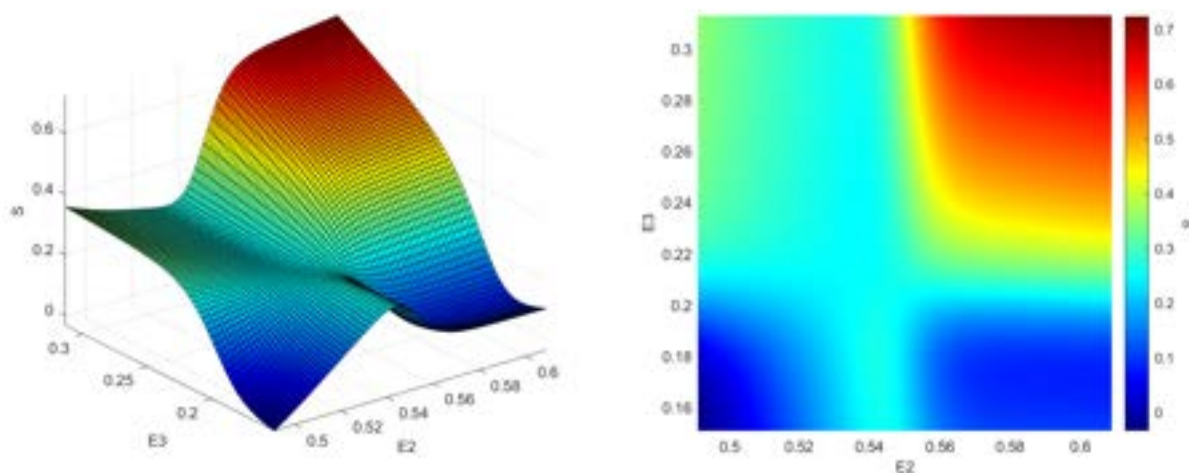
Figura 29: Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S2 - Hipertensão.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a análise e interpretação da variável de saída de forma facilitada é possível a obtenção de mapas de contorno. Conforme as Figura 3044, 45 e 46, é possível observar que regiões com cores mais “quentes” (tonalidade vermelha) representam valores de S2 maiores, enquanto cores mais “frias” (tonalidade azul) representam situações com menor ocorrência de S2 (hipertensão).

Figura 304: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em E6 = 41%.



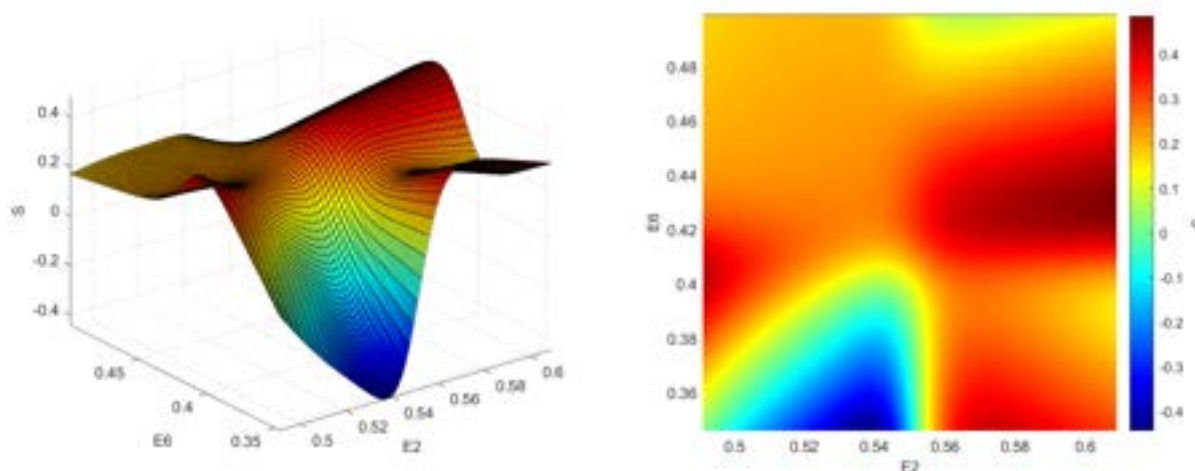
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E6 está fixada em 41%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E2 e E3, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo.

A região de maior hipertensão, com 70% da população hipertensa (vermelho), ocorre quando 30% da população está consumindo frutas e hortaliças diariamente (E3), e 58% com excesso de peso (E2). Se dessa população, diminuir o sobrepeso em 4%, para 54%, a hipertensão é reduzida de 70% para 30%. Já, se reduzir o consumo de frutas e hortaliças em 8%, para 22%, a hipertensão é reduzida de 70% para 20% da população. O gráfico também mostra que até 21% da população consumindo frutas e hortaliças reduz a hipertensão, porém, ao passar desse valor, a hipertensão começa a aumentar e fica mais intensa com aumento do excesso de peso. E a região de menor hipertensão é quando o consumo de frutas e hortaliças e sobrepeso estão pequenos, 16% e 50% respectivamente. O gráfico mostra que é preciso equilibrar essas variáveis para enfrentar a hipertensão, segundo os dados do Vigitel.

Figura 315: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em E3 = 22%.



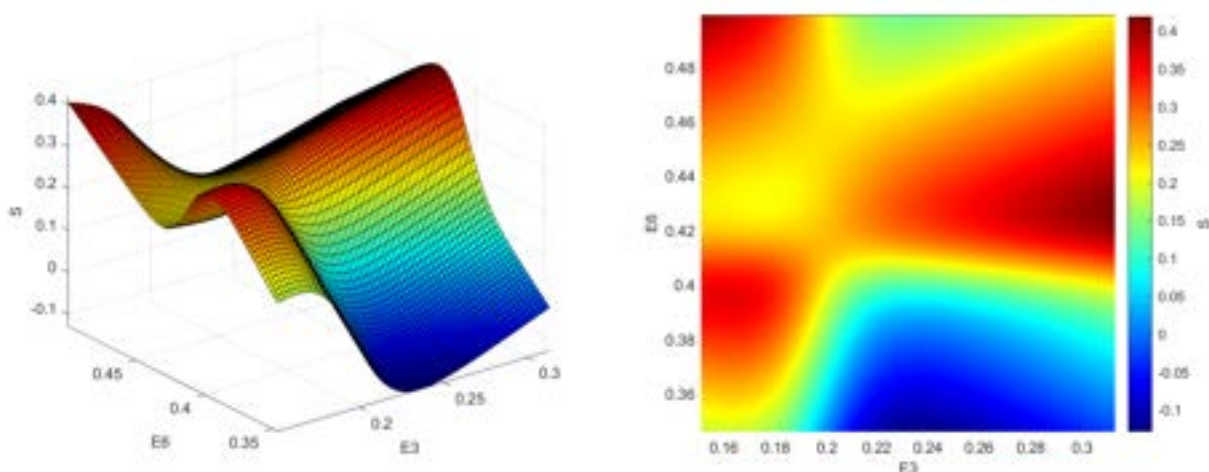
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E3 está fixada em 22%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido consumir frutas e hortaliças. As demais variáveis, E6 e E2, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo:

A região de maior hipertensão, com 40% da população hipertensa (vermelho), é quando de 56% a 60% da população está com sobrepeso (E2), e de 42% a 44% da população pratica atividade física no tempo livre (E6). Se diminuir o sobrepeso (E2) para 54% da população e manter prática de atividade física entre 42% e 44%, a hipertensão reduz para 20%. Já, se também diminuir prática de atividade física (E6) para 36%, a hipertensão é reduzida para 30%. Outra região do gráfico a ser interpretada é que estando o sobrepeso em 60% da população, e a prática de atividade física em 40% da população, a hipertensão é reduzida para 20%. O gráfico mostra que é muito importante equilibrar essas variáveis para enfrentar a hipertensão, segundo os dados do Vigitel.

Figura 326: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S2 (hipertensão), com valor fixado em E2 = 55%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E2 está fixada em 55%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido estar com sobrepeso. As demais variáveis, E6 e E3, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo:

A região de maior hipertensão, com 40% da população hipertensa (vermelho), é quando 42% a 44% da população pratica atividade física no tempo livre (E6) e de 28% a 30% da população consome frutas e hortaliças (E3). Se diminuir o consumo de frutas e hortaliças (E3) para 18% da população e manter prática de atividade física entre 42% e 44%, a hipertensão é reduzida para 20%. Já, se juntamente com a redução de frutas e hortaliças também diminuir prática de atividade física (E6) para 40%, a hipertensão é elevada para 36%. O menor percentual de população com hipertensão se dá quando 24% da população consome frutas e hortaliças e 36% da população pratica atividade física. Esse gráfico está mostrando como é necessário equilibrar essas variáveis para enfrentar a hipertensão, segundo os dados do Vigitel.

O coeficiente de determinação R^2 do modelo ANFIS foi de 0,988, enquanto o modelo de regressão linear apresenta $R^2 = 0,221$. Os demais índices calculados para a verificação da qualidade de predição do modelo podem ser vistos na Tabela 18, sendo que em todos os indicadores o modelo ANFIS apresenta desempenho superior ao modelo de regressão. Isso demonstra a capacidade de aprendizado do modelo, que entende a distribuição de dados de acordo com suas próprias características.

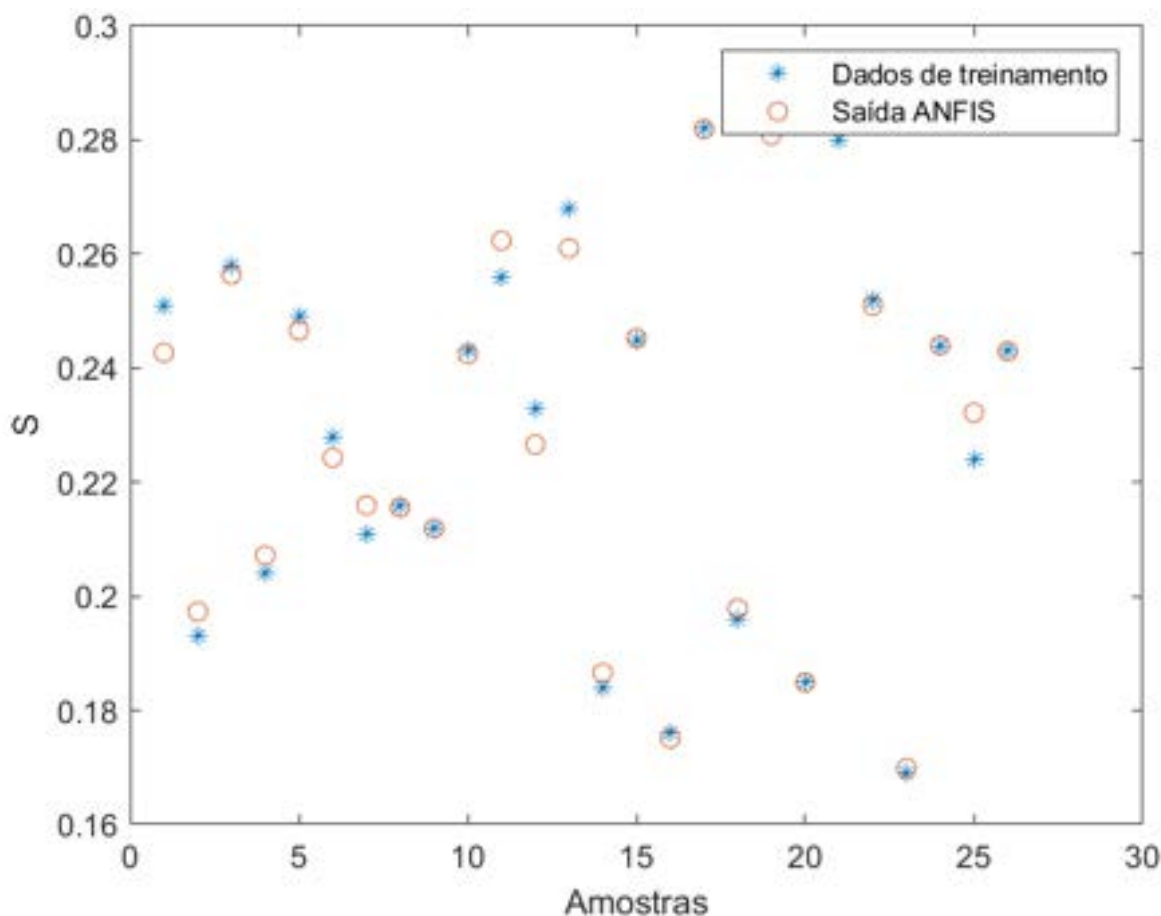
Tabela 18: Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.

	Neuro-fuzzy (ANFIS)	Regressão Linear
R^2	0,988	0,221
R^2 ajustado	0,986	0,120
d-Willmott	0,9969	0,6128
MAE	0,0027	0,0248
MSE	0,00001	0,00089
NRMSE	0,092	0,860

Fonte: elaborado pelo autor.

Esses resultados são reflexo da qualidade do treinamento do modelo (Figura 33), em que os asteriscos representam os valores reais valores de saída e os círculos os preditos pelo modelo. Percebe-se, portanto, que os valores coincidem em quase todas as vezes e em outras apresentam pequenos desvios, sendo mais uma evidência da qualidade de aprendizagem do modelo.

Figura 33: Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.4 Modelo Matemático 3 (Diabetes)

5.4.1 Modelos de regressão múltipla

Para a elaboração do Modelo 3, cuja Saída é S3, foi realizada uma regressão linear múltipla com as entradas E3, E6 e E7, conforme mostrado na

, com resultados do modelo organizados na Tabela 19.

Tabela 19: Resultado do modelo de regressão linear múltipla com Saída 3, com entradas dadas por combinações entre as variáveis E3, E6 e E7.

Entradas	R ²	R ² ajustado
E3, E6, E7	30%	20,9%

Fonte: elaborado pelo autor.

Foi também criado um modelo polinomial múltiplo com tais variáveis. Os resultados de ambos os modelos são mostrados na Tabela 20 e nas Figuras As

Figuras 48, 49 e 50 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, E7 – insuficiência de atividade física, sendo:

Figura 34 a 43.

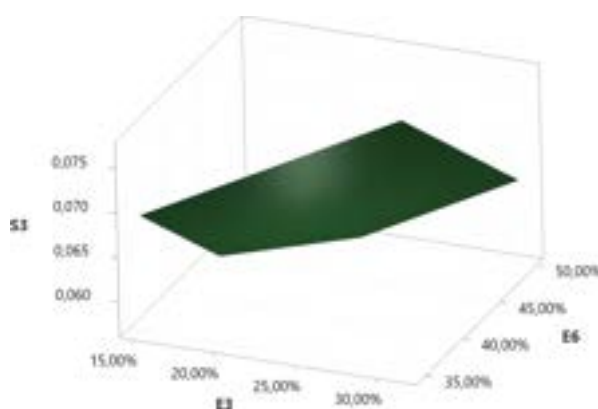
Tabela 20: Resultados dos modelos de Regressão para a saída S3 (diabetes), com entradas E3, E6, E7.

Modelo	Equação	R ²	R ² ajust
Regressão linear múltipla	$S3 = 0,0893 + 0,0952 E3 - 0,1267 E6 + 0,021 E7$	30%	20,9%
Regressão polinomial múltipla	$S3 = 6,39 - 1,95 E3 - 13,9 E6 - 14,9 E7 + 2,39 E3.E6 + 1,44 E3.E7 + 18,7 E6.E7 + 0,96 E3^2 + 6,10 E6^2 + 8,0 E7^2$	42,8%	12,6%

Fonte: elaborado pelo autor.

As Figuras 48, 49 e 50 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, E7 – insuficiência de atividade física, sendo:

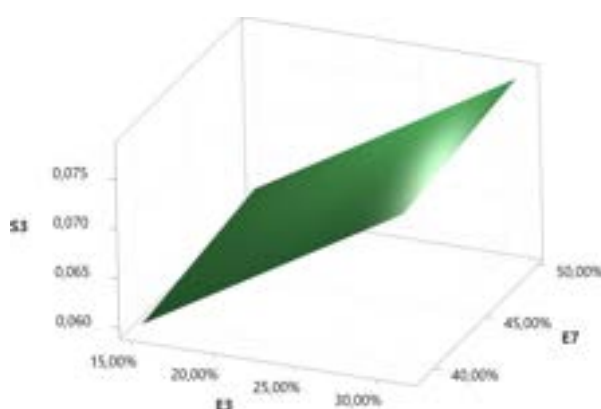
Figura 34: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E7 está fixada em 44% da população que respondeu insuficiência de atividades físicas. As demais variáveis, E3 e E6, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E7 com 44% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e aumenta o E6 (atividade física no tempo livre), a porcentagem de população com diabetes diminui.

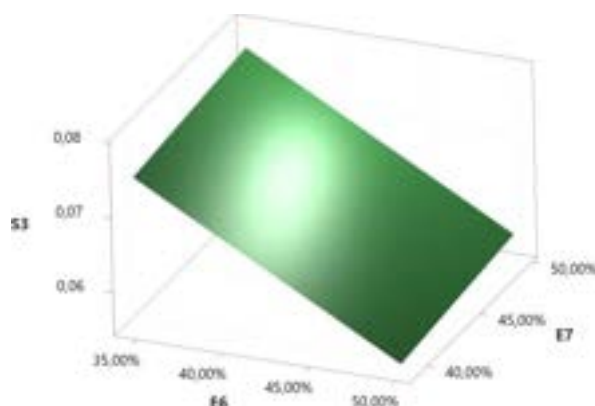
Figura 35: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E3 e E7, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui.

Figura 36: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças diariamente. As demais variáveis, E6 e E7, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme aumenta E6 (atividades físicas no tempo livre) e diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui.

As Figuras 51, 52 e 53 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Linear Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, E7 – insuficiência de atividade física, sendo:

Figura 37: Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em E7 = 44%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E7 está fixada em 44% da população que respondeu insuficiência de atividades físicas. As demais variáveis, E6 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E7 com

44% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e aumenta o E6 (atividade física no tempo livre), a porcentagem de população com diabetes diminui.

Figura 38: Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E7 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui.

Figura 39: Mapas de contorno do modelo3 com regressão linear múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



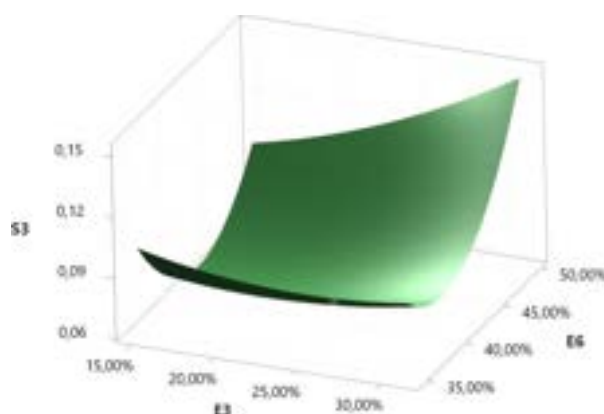
Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças diariamente. As demais variáveis, E7 e E6 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme aumenta E6 (atividades físicas no tempo livre) e

diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui.

As Figuras 54, 55 e 56 mostram, em superfície tridimensional, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, E7 – insuficiência de atividade física, sendo:

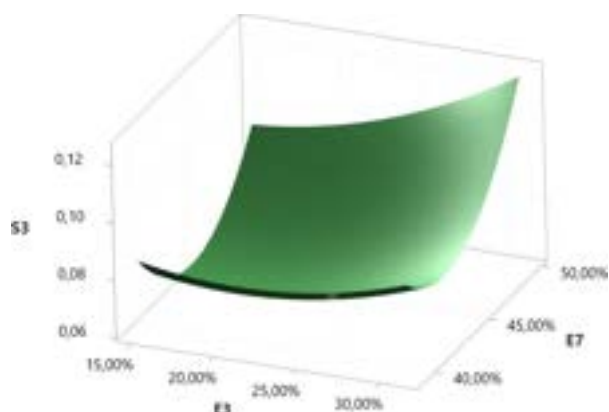
Figura 40: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E7 está fixada em 44% da população que respondeu insuficiência de atividades físicas. As demais variáveis, E3 e E6, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E7 com 44% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e mantenho o E6 (atividade física no tempo livre) em 40%, a porcentagem de população com diabetes diminui. O gráfico mostra que E6 (atividade física no tempo livre) acima de 45% aumenta a diabetes, intensifica mais se E3 (frutas e hortaliças) também aumentar.

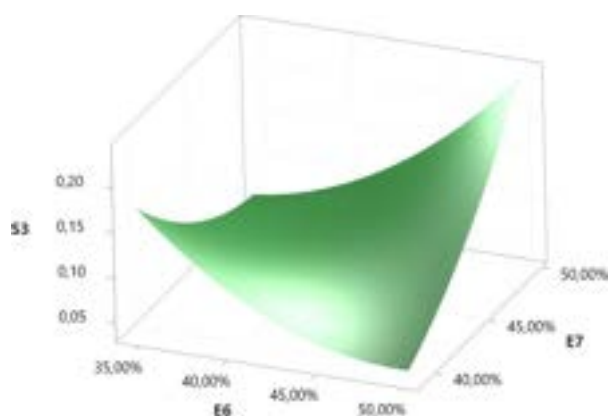
Figura 41: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E3 e E7, oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, conforme diminui E3 (frutas e hortaliças) e diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui. O gráfico mostra que E7 (insuficiência de atividade física) acima de 45% aumenta a diabetes, e intensifica mais se E3 (frutas e hortaliças) também aumentar.

Figura 426: Superfícies tridimensionais do modelo3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



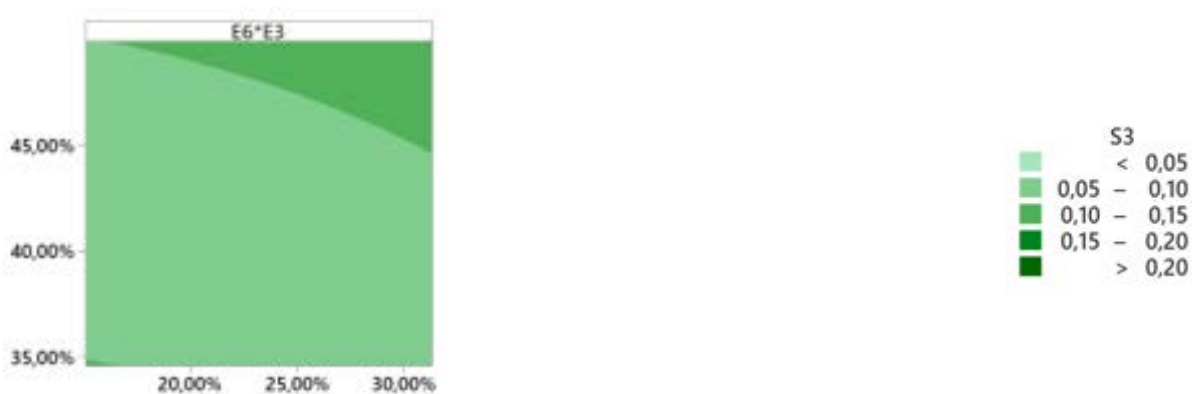
Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças diariamente. As demais variáveis, E6 e E7,

oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, conforme aumenta E6 (atividades físicas no tempo livre) e diminui o E7 (insuficiência de atividade física), a porcentagem de população com diabetes diminui.

As Figuras 57, 58 e 59 mostram, em mapas de contorno, o resultado do modelo Regressão Polinomial Múltipla, com as combinações das variáveis de entradas E3 – frutas e hortaliças diariamente, E6 – atividade física no tempo livre, E7 – insuficiência de atividade física, sendo:

Figura 43: Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E7 = 44\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E7 está fixada em 44% da população que respondeu insuficiência de atividades físicas. As demais variáveis, E6 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E7 com 44% da população, pode ter 30% da população com E3 (frutas e hortaliças) e próximo de 45% da população com E6 (atividade física no tempo livre), e a porcentagem de população com diabetes é baixa. O gráfico mostra que estando E6 (atividade física no tempo livre) acima de 45%, é necessário diminuir E3 (frutas e hortaliças), afim de reduzir a diabetes.

Figura 44: Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E6 = 41\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E6 está fixada em 41% da população que respondeu realizar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E7 e E3 (eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E6 com 41% da população, pode ter 30% da população consumindo frutas e hortaliças (E3) e 47% da população com E7 (insuficiência de atividade física), que a porcentagem de população com diabetes é baixa. O gráfico mostra que estando E7 (insuficiência de atividade física) acima de 47%, é necessário diminuir E3 (frutas e hortaliças), afim de reduzir a diabetes.

Figura 45: Mapas de contorno do modelo 3 com regressão polinomial múltipla, para valor fixado em $E3 = 22\%$.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a variável E3 está fixada em 22% da população que respondeu consumir frutas e hortaliças diariamente. As demais variáveis, E7 e E6

(eixos Y e X), oscilam conforme as respostas da população. Portanto, na combinação de E3 com 22% da população, é preciso que a insuficiência de atividade física esteja no máximo em 40% da população e a prática atividade física diariamente esteja no mínimo em 45% da população para que a diabetes seja o menor índice. Se a insuficiência de atividade física for baixa (E7), mas prática de atividade física diária também for baixa (E6), a diabetes é alta. E se a prática de atividade física diária for alta (E6), mas a insuficiência de atividade física for alta (E7), também ocorrerá diabetes em grande parcela da população.

5.4.2 Modelo neuro-fuzzy ANFIS

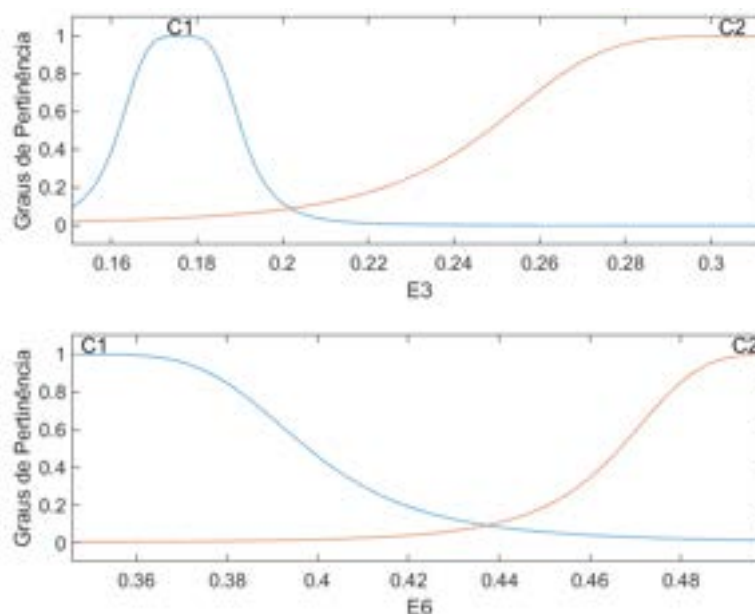
Com a utilização do *Fuzzy Logic Toolbox* do software MATLAB®, foi possível executar o sistema capaz de ajustar as funções de pertinência, estruturar as regras e estabelecer o modelo neuro-fuzzy. Os dados, após serem submetidos às camadas do sistema ANFIS, promoveram as modificações nos limites das funções de pertinência anteriormente estabelecidas, conforme mostram a Tabela 21 e Figura 46.

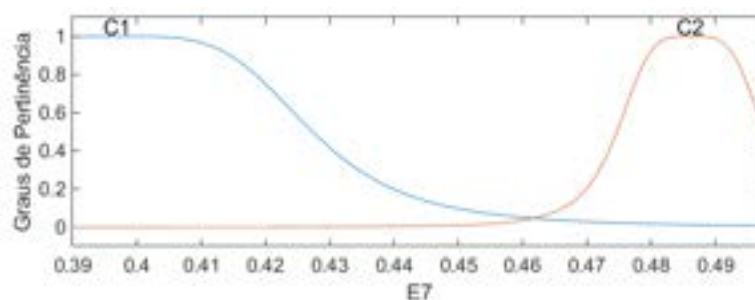
Tabela 21: Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada.

Variável de Entrada	Conjunto Fuzzy	Parâmetros		
		a	b	c
1	1	0,014	2,002	0,176
1	2	0,059	2,001	0,307
2	1	0,051	2,001	0,347
2	2	0,038	2,001	0,505
3	1	0,030	2,001	0,397
3	2	0,012	2,001	0,486

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 46: Delimitadores das funções de pertinência das variáveis de entrada após a modelagem neuro-fuzzy (ANFIS).

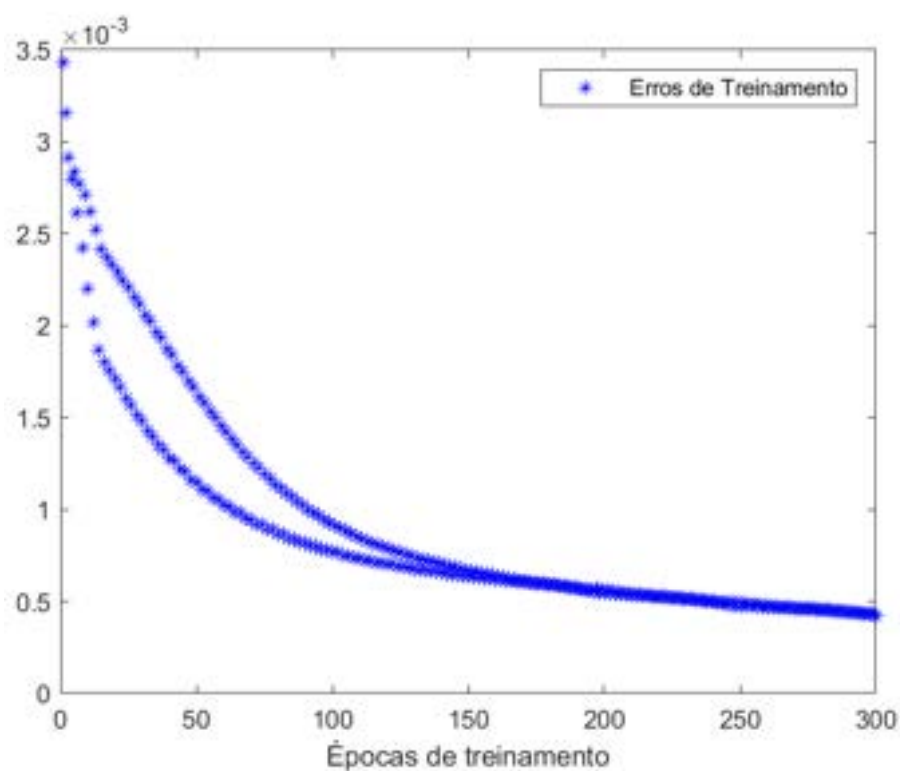




Fonte: elaborado pelo autor.

Os limites são modificados com o objetivo de treinar o algoritmo de aprendizagem para a obtenção do menor erro possível de predição da variável de saída, que inicia com erro de, aproximadamente, $3,5 \cdot 10^{-3}$ e após 300 épocas de treinamento, atinge erro de, aproximadamente, $0,4 \cdot 10^{-3} = 0,0004$, conforme Figura 47.

Figura 47: Erros obtidos durante o processo de treinamento do modelo ANFIS.



Fonte: elaborado pelo autor.

Verifica-se, ainda, que as variáveis envolvidas no modelo neuro-*fuzzy* possuem escalas (range) diferentes (Tabela 22), causada pelas diferentes unidades de medida utilizadas neste trabalho, o que não impede a modelagem neuro-*fuzzy*.

Tabela 22: Limites inferior e superior das variáveis envolvidas no modelo.

Variável	Limite Inferior	Limite Superior
E2	0,151	0,313
E3	0,346	0,499
E5	0,390	0,498
S1	0,046	0,086

Fonte: elaborado pelo autor.

Portanto, o modelo ANFIS para a obtenção da variável de saída estabelece 2 funções de pertinência para cada uma das 3 variáveis de entrada, que são combinadas por meio de $2^3 = 8$ regras, cujos coeficientes dados pela Tabela 23.

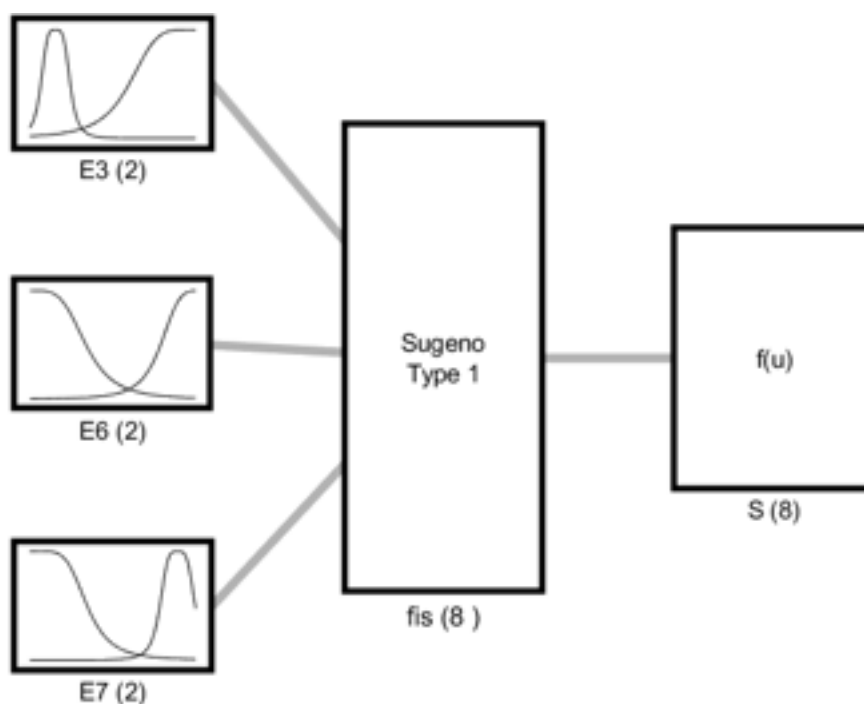
Tabela 23: Coeficientes associados às variáveis de entrada e termo independente para a composição de cada regra do modelo elaborado.

Rule	a_1	a_2	a_3	a_0
1	-1,94	-1,31	-0,34	1,09
2	0,78	1,98	-0,86	-0,43
3	1,86	-0,46	1,16	-0,52
4	-0,20	-0,27	-0,25	-0,65
5	0,11	-1,05	-0,01	0,47
6	-2,72	-0,49	2,17	-0,25
7	0,66	0,03	1,13	-0,58
8	0,32	0,77	0,76	1,73

Fonte: elaborado pelo autor.

Desta forma, a arquitetura do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) elaborado para a obtenção da variável de saída combina, por meio de 8 regras, duas variáveis de entrada, como mostrado na Figura 48.

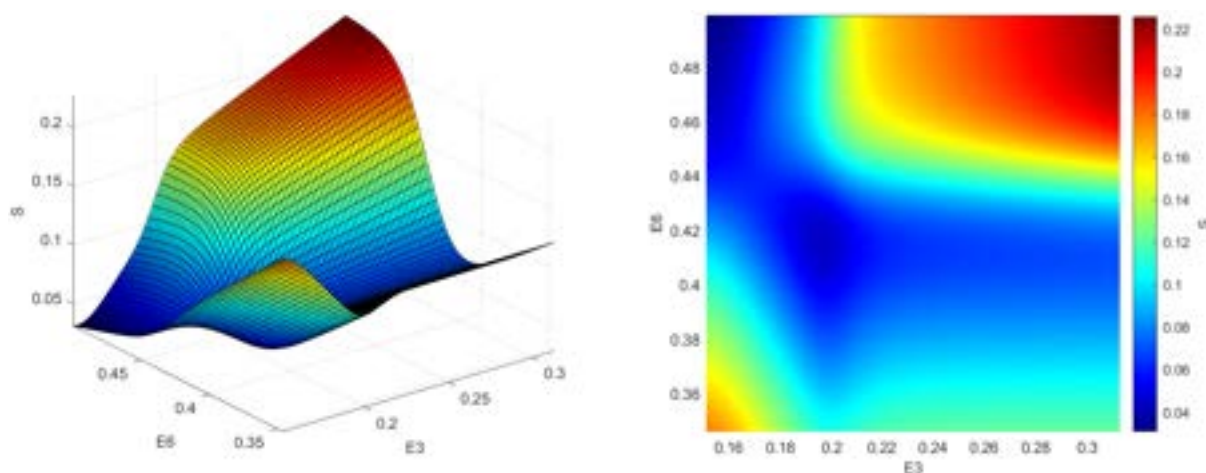
Figura 48: Visão geral do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) da Saída S3 - Diabetes.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a análise e interpretação da variável de saída de forma facilitada, é possível a obtenção de mapas de contorno. Conforme as Figura 49, 64 e 65, é possível observar que regiões com cores mais “quentes” (tonalidade vermelha) representam valores de S3 maiores, enquanto cores mais “frias” (tonalidade azul) representam situações com menor ocorrência de S3 (diabetes).

Figura 49: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em E7 = 44%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E7 está fixada em 44%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido insuficiência de atividades físicas. As demais variáveis, E3 e E6, oscilam.

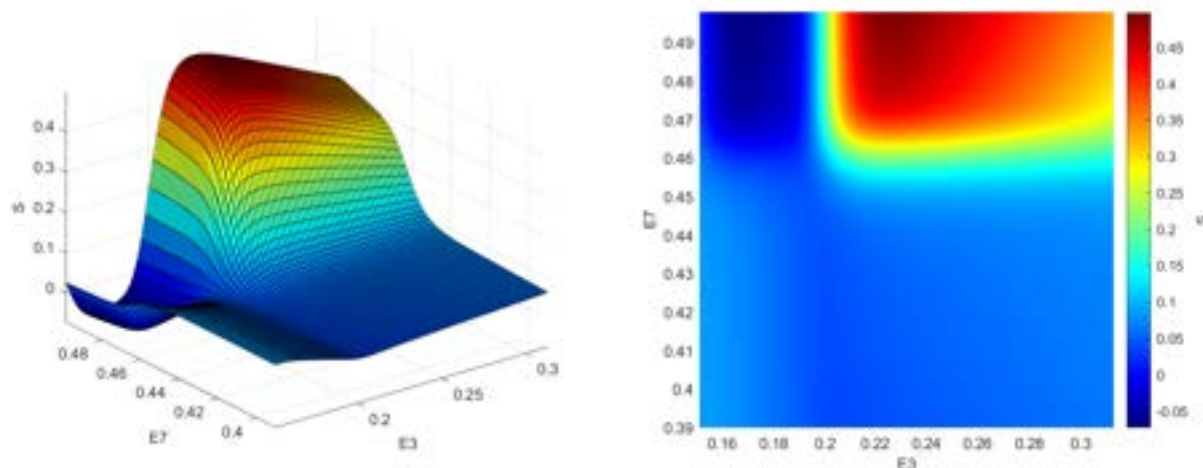
O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo.

Esse gráfico mostra que é preciso equilibrar o consumo de frutas e hortaliças (E3) e a prática de atividade física (E6). Se as duas variáveis estiverem altas, 30% da população E3 e 48% da população E6, ocorre que 22% da população está diabética (vermelho).

Atividade física alta (E6), enfrentará a diabetes se o consumo de frutas e hortaliças for no máximo 20% (E3).

Já o consumo de frutas e verduras alto (E3), enfrentará a diabetes se a atividade física for no máximo 44%.

Figura 50: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em E6 = 41%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E6 está fixada em 41%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido praticar atividades físicas no tempo livre. As demais variáveis, E3 e E7, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo.

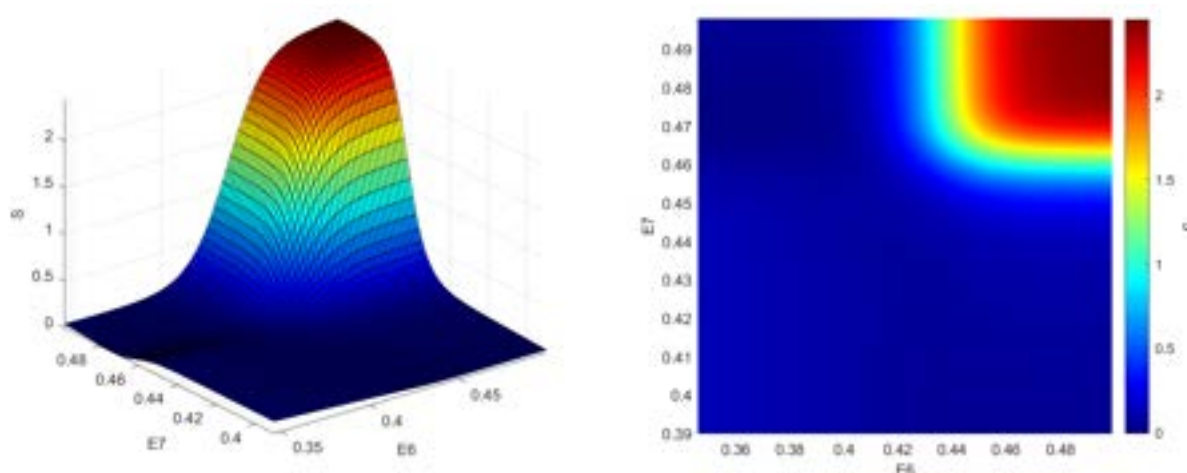
Esse gráfico mostra que é preciso equilibrar o consumo de frutas e hortaliças (E3) e a insuficiência de atividade física (E7). Se E7 estiver em 47% da

população e E3 entre 20% e 24%, ocorre que 45% da população está diabética (vermelho).

A insuficiência de atividade física alta (E7), enfrentará a diabetes (azul), se o consumo de frutas e hortaliças for no máximo 20% (E3).

Já o consumo de frutas e verduras alto em 30% (E3), enfrentará a diabetes se a atividade física for no máximo 45%.

Figura 51: Superfícies tridimensionais e mapas de contorno para representação da variável de saída S3 (diabetes), com valor fixado em E3 = 22%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao observar o gráfico, podemos notar que a variável E3 está fixada em 22%, mostrando que esse é o percentual da população ter respondido consumir frutas e hortaliças diariamente. As demais variáveis, E6 e E7, oscilam.

O gráfico é capaz de mostrar diversas combinações das variáveis. Vamos interpretá-lo.

Esse gráfico mostra que é preciso equilibrar atividade física (E6) e insuficiência de atividade física (E7). Se as duas variáveis estiverem altas, ambas com 48% da população, teremos mais de 20% da população diabética.

A prática de atividade física (E6), enfrentará diabetes se a insuficiência de atividade física for no máximo 46% da população.

Já a insuficiência de atividade física (E7), enfrentará diabetes se a prática de atividade física for no máximo 44%.

O coeficiente de determinação R^2 do modelo ANFIS foi de 0,998 enquanto o modelo de regressão linear apresenta $R^2 = 0,300$. Os demais índices calculados para a verificação da qualidade de predição do modelo podem ser vistos na Tabela 24, sendo que em todos os indicadores o modelo ANFIS apresenta desempenho superior ao modelo de regressão. Isso demonstra a capacidade de aprendizado do modelo, que entende a distribuição de dados de acordo com suas próprias características.

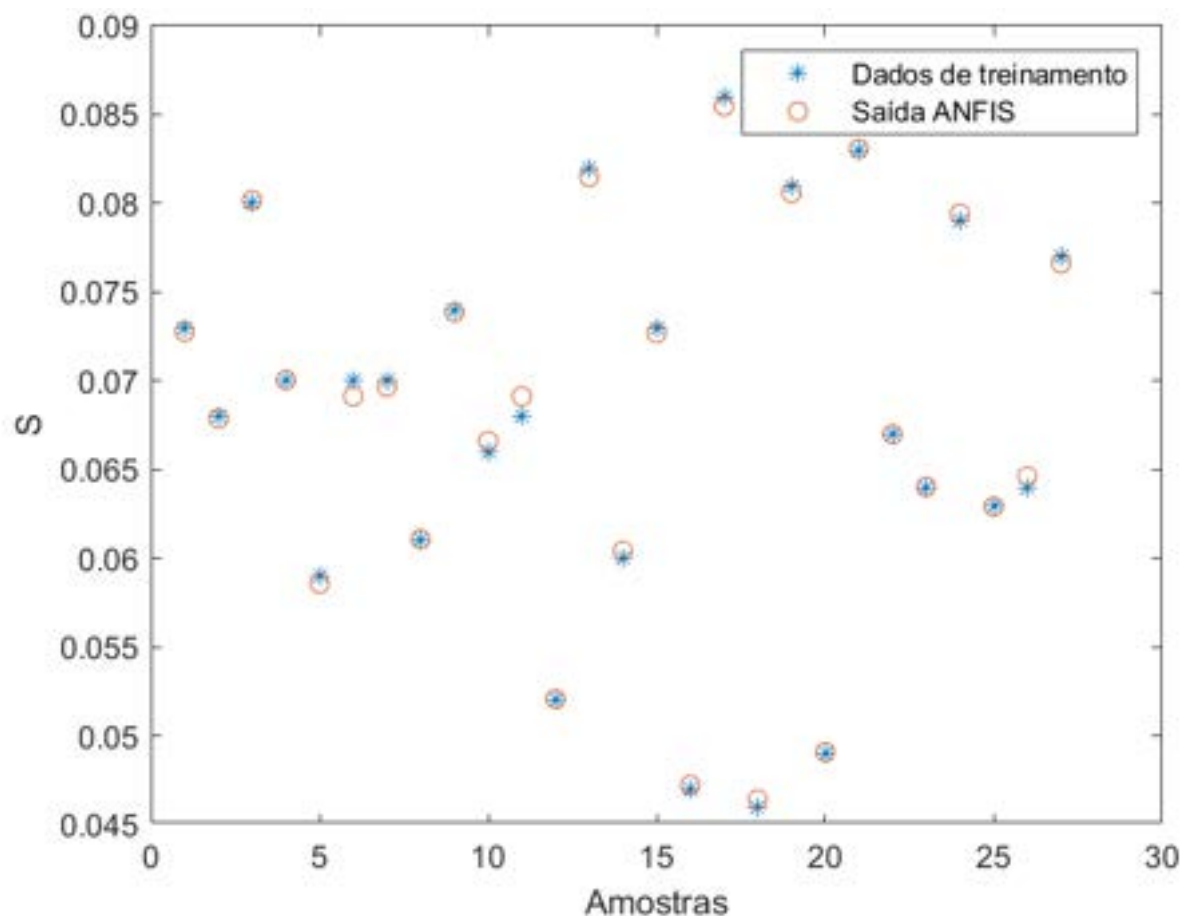
Tabela 24: Índices de verificação da qualidade do modelo neuro-fuzzy (ANFIS) quando comparado com o modelo de regressão linear múltipla.

	Neuro-fuzzy (ANFIS)	Regressão Linear
R^2	0,998	0,300
R^2 ajustado	0,998	0,209
d-Willmott	0,9996	0,6805
MAE	0,0003	0,0074
MSE	0,0000002	0,0000818
NRMSE	0,04	0,86

Fonte: elaborado pelo autor.

Esses resultados são reflexo da qualidade do treinamento do modelo (Figura 52), em que os asteriscos representam os valores reais valores de saída e os círculos os preditos pelo modelo. Percebe-se, portanto, que os valores coincidem em quase todas as vezes e em outras apresentam pequenos desvios, sendo mais uma evidência da qualidade de aprendizagem do modelo.

Figura 52: Valores preditos pelo modelo ANFIS em comparação com valores reais da variável de saída.



Fonte: elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que é possível estabelecer modelo de inteligência artificial a partir da base de dados Vigitel, e que tal modelo é absolutamente superior aos modelos de regressão linear e polinomial.

O coeficiente de determinação do modelo neuro-*fuzzy* é de 0,9999, o que significa que esse modelo matemático explica 99,99% da variância das doenças a partir dos fatores de riscos considerados, sendo o excesso de peso, o consumo diário de frutas e hortaliças, o consumo de alimentos ultraprocessados, a prática de atividade física no tempo livre e a insuficiência de atividade física.

Portanto, esse modelo é capaz de analisar os fatores de risco e suas correlações em 99% das oscilações das doenças nas populações, mostrando as combinações das variáveis que melhor resultam para o enfrentamento das doenças.

É importante observar que as variáveis identificadas pelos modelos como meios de combinação para enfrentar as doenças, são corroboradas pelas pesquisas publicas pela Organização Mundial da Saúde.

Como conclusão principal, foi possível estabelecer modelos fidedignos para estimativa de percentuais populacionais em capitais relativamente às doenças diabetes, hipertensão e obesidade, estimadas a partir de demais variáveis presentes no Vigitel, o que pode vir a subsidiar políticas públicas de combate à estas doenças.

Espera-se também que o presente trabalho possa servir de suporte à elaboração de uma metodologia sistemática de modelagem matemática das futuras base de dados Vigitel.

7 REFERÊNCIAS

- ALVES, K.P.S.; JAIME, P.C. Política Nacional de alimentação e Nutrição e seu diálogo com a Política Nacional de Segurança alimentar e Nutricional. **Ciência e Saúde Coletiva**.v.19, n.1, p. 4331-40, 2014.
- ANDREIS M.; CURY L. **Relatório da sociedade civil sobre a evolução dos indicadores de prevalência dos principais fatores de risco e de proteção**. ACT Promoção da Saúde, NCD Alliance, São Paulo, 2019.
- ANJOS, L.A.; BURLANDY, L. Construção do Conhecimento e Formulação de Políticas Públicas no Brasil na Área de Segurança Alimentar. **Ciênc. saúde coletiva**. v.15, n.1, p. 19-22, 2010.
- ANWAR, S. et al., Predicting surface roughness and exit chipping size in BK7 glass during rotary ultrasonic machining by adaptive neuro- fuzzy inference system (ANFIS). 2017.
- BARROS, M.S.C.; COSTA, V.M.H.M. A construção de um sistema de garantia da segurança alimentar e nutricional para o Brasil. **Segur. Aliment. Nutr.** v.23, n.1, 2016.
<https://doi.org/10.20396/san.v23i1.8635623> acessado em 21 de agosto de 2023.
- BENINI, L. C.; MENEGUETTE JUNIOR, M. Uma Abordagem para modelagem de dados com o uso de Sistemas Neuro-Fuzzy: Aplicações Geoespaciais. *Notas em Matemática Aplicada*, v. 43, p. 88, 2007.
- BLOOM D E, CAFIERO E T, JANÉ-LLOPIS E, ABRAHAMS-GESSEL S, BLOOM L R, FATHIMA S, FEIGL A B, GAZIANO T, MOWAFI M, PANDYA A, PRETTNER K, ROSENBERG L, SELIGMEN B, STEIN A Z, WEINSTEIN C. 2011. **The global economic burden of noncommunicable diseases**. Genebra: Fórum Econômico Mundial.
- Brasil. Decreto-Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006 – Lei de Segurança Alimentar e Nutricional. **Diário Oficial da União** 2006.
- Brasil. Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos Não Transmissíveis 2021-2030: 2021**.
- BRASIL, Portal do FNDE 2023. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e do Plano Nacional de Alimentação Escolar**, 2023. Disponível em: < <http://www.fn.de.gov.br/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>>, acessado em 20 de agosto de 2023.
- Brasília, Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – CONSEA. **Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional**. 2006.
- BURLANDY L. A construção da política de segurança alimentar e nutricional no Brasil: estratégias e desafios para a promoção da intersetorialidade no âmbito federal de governo. **Ciênc. Saúde coletiva**. 2009. Universidade Federal Fluminense. Rua São Paulo 30/4º andar, Centro. Niterói Rio de Janeiro RJ.
- CHOPRA, S. et al., Taxonomy of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System in Modern Engineering Sciences. *Computational Intelligence and Neuroscience*, p. e6455592, 6, 2021.
- COMISSÃO EAT LANCET. Dietas Saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis. **Relatório Sumário da Comissão EAT-Lancet**. 2019, 32p.
- DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. Cesta básica de alimentos: banco de dados. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/cesta/>.
- EMBRAPA. VII Plano Diretor da EMBRAPA 2020-2030 / Embrapa. – Brasília, DF : Embrapa, 2020

Fairtrade Labelling Organizations. Disponível em: <https://www.fairtrade.net/>. Acessado em: 18.10.2023.

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Aquisição de Produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar**, 2023. 60p.

GAZOLLA M. Dietas Saudáveis. In: GRIEBELER, MPD. Dicionário de Desenvolvimento Regional e Temas Correlatos. 2 ed. Uruguiana: Conceito, 2021, p. 252-255.

GHOUSH, M. A.; SAMHOURI, M.; AL-HOLY, M.; HERALD, T. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. *Journal of Food Engineering*, v.84, p.348-357, 2008.

GONÇALVES, N. G. *et al.* Consumption of ultra-processed foods and cognitive decline in the Elsa – Brasil study: A prospective study. **JAMA Neurology**. 5 dez. 2022.
Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN). **Diretrizes de ação do INAN/MS para o período 1995-1998**. Brasília: Ministério da Saúde; 1995.

IBGE. Sidra: banco de tabelas estatísticas: índice nacional de preços ao consumidos amplo – setembro 2020. [Brasília, DF], 9 out. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil>. Acesso em: 1 out. 2020.

JAIME, P.C.; DELMUË, D.C.C.; CAMPELLO, T.; SILVA, D.O.; SANTOS, L.M.P. Um olhar sobre a agenda de alimentação e nutrição nos trinta anos do Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**. 78p., 2018.

KLIKSBERG B. Gerencia Social: dilemas gerenciais Y Experiências Inovativas. In: Burlandy L. **A construção da política de segurança alimentar e nutricional no Brasil: estratégias e desafios para a promoção da intersetorialidade no âmbito federal de governo**. 2009. Universidade Federal Fluminense. Rua São Paulo 30/4º andar, Centro. Niterói Rio de Janeiro RJ

LAL, R. Soil science and the carbon civilization. *Soil Science Society of America Journal*, Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0001>.

LOPES I D., BASSO D., BRUM A L. **Cadeias agroalimentares curtas e o mercado de alimentação escolar na rede municipal de Ijuí, RS**. *INTERAÇÕES*, Campo Grande, MS, v. 20, n. 2, p. 543-557, abr./jun. 2019.

MALUF, R.S.J. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

MIOTTO T, OLIVEIRA R C M, SANTOS R S O, BRACCO M, MURINO G B. **Impacto de um programa de intervenção nutricional em adultos e idosos, com hipertensão arterial e/ou diabetes mellitus**. 2020. DOI:10.19141/2237-3756.lifestyle.v6.n2.p39-50

NASCIMENTO, S. Reflexões sobre a intersetorialidade entre as políticas públicas. **Serv. Soc. Soc..** n. 101, p. 95-120, 2010. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/sssoc/a/TDCqtLhvDvRn-RmDXhtTBHZK/abstract/?lang=pt>>, acessado em 20 de agosto de 2023.

NILSON, E. A. F. *et al.* Premature deaths attributable to the consumption of ultraprocessed foods in Brazil. **American Journal of Preventive Medicine**. v. 64, n. 1. jan. 2023.

NILSON E A F, ANDRADE R F S, BRITO D A, OLIVEIRA M L. Custos atribuíveis a obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, 2018. **Rev. Panam Salud Publica**. 2020; 44: e32. Published online 2020 Apr 10. Portuguese. doi: 1026633/RPSP.2020.32

PEDROSA HC. No Brasil há mais de 16,5 milhões de pessoas com a doença e metade desconhece o diagnóstico. **Sociedade Brasileira de Diabetes**. Disponível em: [https://www.diabetes.org.br/profissionais/noticias/690-no-brasil-ha-mais-de-16-5-milhoes-de-pessoas-com-a-doenca-e-metade-desconhece-o-diagnostico#:~:text=Os%20dados%20divulgados%20hoje%20pela,doen%C3%A7a%20\(Atlas%20IDF%202019\)](https://www.diabetes.org.br/profissionais/noticias/690-no-brasil-ha-mais-de-16-5-milhoes-de-pessoas-com-a-doenca-e-metade-desconhece-o-diagnostico#:~:text=Os%20dados%20divulgados%20hoje%20pela,doen%C3%A7a%20(Atlas%20IDF%202019)).

- PERINI, J.H.M. Desafios da Gestão Intersetorial na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Fundação Oswaldo Cruz** (Dissertação), 95p., 2013.
- RENTING H., MARSDEN T., BANKS J. **Compreendendo as redes alimentares alternativas: o papel das cadeias curtas de abastecimento de alimentos no desenvolvimento rural**. In: SCHNEIDER, Sergio; GAZOLLA, Marcio (Org). *Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas*. Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 27-51.
- SALLEH, M. N. M.; TALPUR, N.; HUSSAIN, K. **Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System: Overview, Strengths, Limitations, and Solutions**. (Y. Tan, H. Takagi, Y. Shi, Eds.) *Data Mining and Big Data*. Anais...: Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2017.
- SARAIVA, E.B.; SILVA, A.P.F.; SOUSA, A.A.; CERQUEIRA, G.F.; CHAGAS, C.M.S.; TORAL, N. Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência & Saúde Coletiva**. v.18, n.4, p.927-936, 2013.
- SCARABELOT M; SCHNEIDER S. **As cadeias agroalimentares curtas e desenvolvimento local – um estudo de caso no município de Nova Veneza/SC**. *Faz Ciência*, Francisco Beltrão, PR, v. 14, n. 19, jan./ jun.. 2012. p. 101-30.
- SILVA, S.P. **A Trajetória Histórica da Segurança Alimentar e Nutricional na Agenda Política Nacional: Projetos, Descontinuidades e Consolidação**. Texto para discussão: 1953. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-Brasília: Rio de Janeiro: Ipea. 76p., 2014.
- SIQUEIRA R. **Risco de morte no Brasil muda de desnutrição para obesidade**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/risco-de-morte-no-brasil-muda-de-desnutricao-para-obesidade/>, maio 2023.
- STOLARSKI, M.C.; RIBAS, M.T.C.G.O.; RIGON, S.A.; RIBEIRO, C.S.G. Alimentação Escolar: da soja à comida de verdade. **Revista Paranaense De Desenvolvimento**. v. 38, n. 133, p.147-161, 2017.
- TABAI, K.C. A Segurança Alimentar e Nutricional no contexto da intersectorialidade. In: Denise Regina Perdomo Azeredo (Org.). **Inocuidade dos Alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 19-30, 2017.
- VASCONCELOS, A. M. N.; GOMES, M. M. F. Transição demográfica: a experiência brasileira. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 539- 548, 2012.
- Valente F. **Inserção dos componentes de alimentação e nutrição nas políticas governamentais e na estratégia internacional de desenvolvimento**. Brasília: FAO, 1996.
- VASCONCELOS, F.A.G.; BATISTA FILHO, M. História do campo da Alimentação e Nutrição em Saúde Coletiva no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**. v.16, n.1, p. 81-90, 2011.
- VILLAR, B.S.; SCHWARTZMAN, F.; JANUARIO, B.L.; RAMOS, J.F. Situação dos Municípios do Estado de São Paulo com Relação à Compra Direta de Produtos da Agricultura Familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Revista Brasileira de Epidemiologia**. n. 16, v. 1, p. 223 –226, 2013.
- VOOS, A.C. **Atuação do Nutricionista no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) do Estado do RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17932/000725311.pdf>>, acessado em 21 de agosto de 2023.

ANEXOS
TABELAS VIGITEL 2019

Excesso de peso

Tabela 24. Percentual de adultos (≥ 18 anos) com excesso de peso ($IMC \geq 25\text{kg/m}^2$), por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	53,6	50,5 - 56,7	56,0	50,8 - 61,2	51,7	48,0 - 55,3
Belém	53,3	50,1 - 56,6	53,8	48,3 - 59,2	53,0	49,2 - 56,7
Belo Horizonte	52,5	49,7 - 55,3	57,1	52,7 - 61,4	48,6	45,1 - 52,2
Boa Vista	54,3	49,5 - 59,2	60,1	52,7 - 67,5	49,0	43,0 - 55,0
Campo Grande	58,0	54,7 - 61,3	63,7	58,6 - 68,9	52,9	48,8 - 56,9
Cuiabá	55,8	52,7 - 59,0	58,1	53,0 - 63,1	53,8	49,8 - 57,8
Curitiba	53,7	50,6 - 56,9	59,5	54,6 - 64,4	48,8	44,8 - 52,7
Florianópolis	53,6	50,4 - 56,8	58,9	53,9 - 63,8	48,7	44,6 - 52,8
Fortaleza	55,6	52,4 - 58,7	57,7	52,6 - 62,9	53,8	50,0 - 57,6
Goiânia	52,7	49,6 - 55,8	58,3	53,5 - 63,2	47,8	43,9 - 51,7
João Pessoa	54,7	51,5 - 58,0	56,6	51,2 - 62,1	53,1	49,2 - 57,0
Macapá	53,3	48,7 - 57,9	53,0	45,7 - 60,4	53,6	48,0 - 59,2
Maceió	54,4	50,9 - 58,0	56,6	50,5 - 62,8	52,6	48,6 - 56,7
Manaus	60,9	57,5 - 64,4	61,1	55,4 - 66,8	60,8	56,6 - 65,0
Natal	56,6	53,3 - 59,8	60,8	55,6 - 66,0	52,9	48,9 - 56,9
Palmas	49,9	46,2 - 53,6	56,8	50,9 - 62,7	43,7	39,2 - 48,1
Porto Alegre	59,2	56,0 - 62,3	63,0	57,9 - 68,1	56,0	52,0 - 60,0
Porto Velho	56,6	52,9 - 60,3	62,2	56,6 - 67,7	50,6	46,1 - 55,0
Recife	59,5	56,5 - 62,5	60,4	55,6 - 65,2	58,8	55,1 - 62,5
Rio Branco	56,6	52,6 - 60,7	58,0	51,0 - 64,9	55,4	50,8 - 59,9
Rio de Janeiro	57,1	54,0 - 60,2	57,9	52,9 - 63,0	56,3	52,5 - 60,1
Salvador	51,8	48,6 - 54,9	47,2	41,9 - 52,5	55,5	51,9 - 59,2
São Luís	50,3	46,9 - 53,7	57,6	52,0 - 63,2	44,4	40,5 - 48,3
São Paulo	55,8	53,0 - 58,6	56,6	52,0 - 61,2	55,1	51,6 - 58,6
Teresina	52,7	49,5 - 55,9	56,3	51,1 - 61,6	49,7	45,8 - 53,5
Vitória	49,1	45,8 - 52,3	50,6	45,3 - 55,8	47,8	43,8 - 51,7
Distrito Federal	55,0	51,2 - 58,9	55,8	49,2 - 62,5	54,3	50,1 - 58,6

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF - 2019

Tabela 25. Percentual de indivíduos com excesso de peso (IMC \geq 25kg/m²) no conjunto da população adulta (\geq 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	30,1	27,7 - 32,4	31,1	27,8 - 34,4	28,8	25,5 - 32,0
25 a 34	53,1	50,6 - 55,6	56,9	53,2 - 60,7	49,3	46,1 - 52,5
35 a 44	61,0	58,9 - 63,0	67,7	64,4 - 70,9	55,6	53,1 - 58,2
45 a 54	63,7	61,7 - 65,7	65,0	61,6 - 68,4	62,7	60,3 - 65,0
55 a 64	63,1	61,1 - 65,0	63,4	60,0 - 66,8	62,8	60,6 - 65,0
65 e mais	59,8	58,3 - 61,3	60,6	57,8 - 63,4	59,3	57,5 - 61,0
Anos de escolaridade						
0 a 8	61,0	59,2 - 62,8	59,8	56,7 - 62,8	62,1	60,0 - 64,1
9 a 11	53,8	52,3 - 55,3	52,7	50,3 - 55,0	54,9	53,0 - 56,8
12 e mais	52,2	50,6 - 53,9	60,4	57,7 - 63,1	45,9	43,9 - 48,0
Total	55,4	54,4 - 56,3	57,1	55,6 - 58,7	53,9	52,7 - 55,0

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Obesidade

Tabela 26. Percentual de adultos (≥ 18 anos) com obesidade (IMC $\geq 30\text{kg/m}^2$), por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	20,6	18,1 - 23,0	18,7	14,7 - 22,6	22,1	19,0 - 25,2
Belém	19,6	17,1 - 22,1	20,1	15,9 - 24,3	19,1	16,1 - 22,1
Belo Horizonte	19,9	17,7 - 22,2	20,7	17,0 - 24,4	19,2	16,5 - 22,0
Boa Vista	21,2	16,8 - 25,5	24,6	17,2 - 32,1	17,9	13,5 - 22,3
Campo Grande	22,5	19,8 - 25,1	23,0	18,8 - 27,2	22,0	18,7 - 25,4
Cuiabá	22,5	19,9 - 25,0	21,9	17,9 - 25,9	23,0	19,6 - 26,3
Curitiba	19,4	17,0 - 21,8	21,1	17,2 - 25,0	17,9	14,9 - 20,9
Florianópolis	17,8	15,5 - 20,1	18,8	15,1 - 22,5	16,8	14,0 - 19,7
Fortaleza	19,9	17,5 - 22,4	18,9	15,2 - 22,6	20,9	17,6 - 24,1
Goiânia	19,5	17,1 - 21,8	20,6	16,7 - 24,4	18,6	15,7 - 21,4
João Pessoa	20,4	17,6 - 23,2	18,6	14,0 - 23,2	21,8	18,5 - 25,2
Macapá	22,9	19,0 - 26,7	20,4	14,8 - 26,0	25,2	19,9 - 30,4
Maceió	20,0	17,3 - 22,7	17,5	13,2 - 21,8	22,0	18,6 - 25,5
Manaus	23,4	20,3 - 26,5	21,0	16,4 - 25,6	25,7	21,6 - 29,7
Natal	22,5	19,7 - 25,4	24,3	19,5 - 29,1	21,0	17,8 - 24,2
Palmas	15,4	12,8 - 18,0	16,6	12,2 - 21,0	14,3	11,3 - 17,3
Porto Alegre	21,6	19,0 - 24,3	23,2	18,8 - 27,7	20,3	17,2 - 23,4
Porto Velho	19,9	16,8 - 23,0	21,6	16,5 - 26,6	18,0	14,7 - 21,4
Recife	21,7	19,2 - 24,3	19,7	15,8 - 23,5	23,4	20,0 - 26,8
Rio Branco	23,3	19,8 - 26,8	23,3	17,6 - 28,9	23,4	19,0 - 27,7
Rio de Janeiro	21,7	19,2 - 24,2	20,1	16,1 - 24,1	23,1	19,9 - 26,3
Salvador	18,1	15,8 - 20,4	15,5	11,7 - 19,3	20,3	17,5 - 23,0
São Luís	17,2	14,2 - 20,1	18,8	13,4 - 24,2	15,8	12,8 - 18,8
São Paulo	19,9	17,7 - 22,0	18,5	15,1 - 21,8	21,1	18,3 - 23,9
Teresina	17,6	15,3 - 19,9	17,1	13,5 - 20,6	18,0	15,1 - 21,0
Vitória	17,6	15,3 - 19,9	16,0	12,3 - 19,6	19,1	16,2 - 22,0
Distrito Federal	19,6	16,3 - 22,8	18,6	13,2 - 24,0	20,4	16,5 - 24,3

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 27. Percentual de indivíduos com obesidade (IMC $\geq 30\text{kg/m}^2$) no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	8,7	7,3 - 10,0	7,3	5,7 - 8,9	10,3	8,0 - 12,5
25 a 34	19,3	17,4 - 21,3	19,4	16,6 - 22,3	19,2	16,5 - 21,8
35 a 44	22,8	21,0 - 24,5	23,8	20,9 - 26,7	21,9	19,8 - 24,0
45 a 54	24,5	22,8 - 26,3	23,7	20,8 - 26,6	25,2	23,0 - 27,4
55 a 64	24,3	22,7 - 26,0	24,7	21,8 - 27,6	24,0	22,1 - 26,0
65 e mais	20,9	19,7 - 22,2	18,0	15,8 - 20,2	22,7	21,2 - 24,3
Anos de escolaridade						
0 a 8	24,2	22,8 - 25,7	21,6	19,2 - 24,0	26,5	24,7 - 28,3
9 a 11	19,9	18,7 - 21,1	18,3	16,5 - 20,1	21,4	19,9 - 23,0
12 e mais	17,2	15,9 - 18,5	19,0	17,0 - 21,0	15,8	14,2 - 17,5
Total	20,3	19,5 - 21,0	19,5	18,3 - 20,6	21,0	20,0 - 21,9

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Consumo alimentar – consumo regular de frutas e hortaliças

Tabela 28. Percentual de adultos (≥ 18 anos) que consomem frutas e hortaliças em cinco ou mais dias da semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	37,9	35,0 - 40,9	34,0	29,1 - 38,9	41,1	37,5 - 44,7
Belém	25,4	22,7 - 28,1	20,1	16,0 - 24,2	29,9	26,5 - 33,4
Belo Horizonte	44,6	41,9 - 47,4	36,5	32,2 - 40,7	51,5	47,9 - 55,0
Boa Vista	30,1	25,8 - 34,3	27,5	20,9 - 34,1	32,4	26,9 - 37,9
Campo Grande	34,7	31,7 - 37,6	25,8	21,5 - 30,1	42,6	38,7 - 46,6
Cuiabá	29,7	27,0 - 32,5	20,3	16,5 - 24,1	38,4	34,6 - 42,2
Curitiba	41,7	38,6 - 44,7	32,7	28,2 - 37,2	49,4	45,4 - 53,4
Florianópolis	43,7	40,5 - 46,8	34,6	30,0 - 39,1	51,9	47,8 - 56,0
Fortaleza	28,4	25,6 - 31,1	26,0	21,6 - 30,3	30,4	27,0 - 33,9
Goiânia	35,2	32,4 - 38,1	29,2	24,8 - 33,6	40,5	36,8 - 44,3
João Pessoa	32,9	30,0 - 35,8	27,5	22,9 - 32,0	37,5	33,8 - 41,1
Macapá	25,4	21,6 - 29,3	19,6	14,0 - 25,3	30,8	25,7 - 35,9
Maceió	32,2	29,0 - 35,3	26,7	21,6 - 31,8	36,6	32,8 - 40,4
Manaus	31,0	27,6 - 34,4	25,6	20,1 - 31,0	36,0	31,8 - 40,2
Natal	37,3	34,2 - 40,3	35,5	30,6 - 40,5	38,7	35,0 - 42,5
Palmas	37,1	33,6 - 40,6	28,0	22,7 - 33,3	45,3	40,9 - 49,8
Porto Alegre	41,0	37,9 - 44,0	33,5	28,8 - 38,2	47,1	43,1 - 51,1
Porto Velho	25,6	22,6 - 28,5	17,7	13,6 - 21,8	34,2	30,1 - 38,2
Recife	36,1	33,2 - 39,0	28,7	24,4 - 33,0	42,1	38,3 - 45,9
Rio Branco	25,6	22,2 - 29,0	19,3	14,2 - 24,4	31,4	27,0 - 35,8
Rio de Janeiro	33,0	30,2 - 35,7	25,0	21,0 - 29,1	39,6	36,0 - 43,3
Salvador	26,8	24,1 - 29,4	21,2	17,0 - 25,5	31,4	28,1 - 34,6
São Luís	25,2	22,4 - 28,0	21,4	16,9 - 25,9	28,3	24,9 - 31,8
São Paulo	34,3	31,6 - 36,9	28,7	24,6 - 32,9	38,9	35,6 - 42,3
Teresina	31,2	28,3 - 34,1	25,8	21,3 - 30,4	35,6	31,9 - 39,2
Vitória	39,7	36,6 - 42,7	33,8	28,9 - 38,6	44,7	40,8 - 48,5
Distrito Federal	44,4	40,6 - 48,1	34,3	28,3 - 40,4	53,1	48,7 - 57,4

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 29. Percentual de indivíduos que consomem frutas e hortaliças em cinco ou mais dias da semana, no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	26,3	24,0 - 28,5	23,1	20,2 - 26,0	30,2	26,8 - 33,7
25 a 34	31,4	29,2 - 33,7	27,2	23,8 - 30,6	35,6	32,5 - 38,6
35 a 44	32,7	30,7 - 34,6	25,3	22,3 - 28,4	38,5	36,0 - 41,0
45 a 54	35,7	33,7 - 37,6	28,7	25,5 - 31,9	41,1	38,7 - 43,5
55 a 64	40,1	38,2 - 42,0	32,1	29,0 - 35,2	45,8	43,5 - 48,1
65 e mais	44,2	42,7 - 45,8	36,3	33,5 - 39,1	49,2	47,4 - 50,9
Anos de escolaridade						
0 a 8	30,8	29,2 - 32,4	24,2	21,6 - 26,7	36,4	34,4 - 38,4
9 a 11	29,9	28,6 - 31,3	23,9	22,0 - 25,9	35,5	33,7 - 37,2
12 e mais	42,5	40,9 - 44,1	36,4	33,7 - 39,0	47,2	45,2 - 49,3
Total	34,3	33,4 - 35,2	27,9	26,5 - 29,3	39,8	38,7 - 40,9

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Consumo alimentar – consumo recomendado de frutas e hortaliças

Tabela 30. Percentual de adultos (>=18 anos) que consomem cinco ou mais porções diárias de frutas e hortaliças, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	21,7	19,2 - 24,2	17,5	13,4 - 21,6	25,0	22,0 - 28,1
Belém	16,8	14,5 - 19,1	13,3	9,6 - 16,9	19,7	16,8 - 22,7
Belo Horizonte	31,3	28,8 - 33,9	26,1	22,2 - 30,0	35,7	32,4 - 39,1
Boa Vista	19,9	16,2 - 23,6	17,8	12,3 - 23,3	21,8	16,8 - 26,7
Campo Grande	23,1	20,5 - 25,7	17,0	13,3 - 20,8	28,6	25,0 - 32,2
Cuiabá	19,5	17,1 - 21,9	12,5	9,3 - 15,6	25,9	22,5 - 29,4
Curitiba	27,8	25,2 - 30,5	22,6	18,5 - 26,6	32,4	28,8 - 36,0
Florianópolis	29,6	26,8 - 32,4	22,5	18,7 - 26,4	36,0	32,1 - 39,8
Fortaleza	16,4	14,1 - 18,6	15,9	12,2 - 19,5	16,8	14,0 - 19,6
Goiânia	25,5	23,0 - 28,1	20,9	17,1 - 24,8	29,6	26,2 - 33,0
João Pessoa	19,5	17,2 - 21,9	15,9	12,2 - 19,7	22,5	19,5 - 25,5
Macapá	17,9	14,6 - 21,3	12,3	7,8 - 16,8	23,2	18,4 - 27,9
Maceió	19,5	16,8 - 22,1	16,4	11,9 - 20,8	22,0	18,8 - 25,2
Manaus	21,8	18,7 - 24,9	18,4	13,6 - 23,2	24,9	21,0 - 28,8
Natal	21,8	19,2 - 24,4	20,9	16,6 - 25,1	22,6	19,4 - 25,9
Palmas	25,2	22,2 - 28,3	17,2	12,9 - 21,5	32,5	28,4 - 36,7
Porto Alegre	27,6	24,8 - 30,4	24,4	20,0 - 28,8	30,3	26,7 - 33,9
Porto Velho	18,7	16,0 - 21,4	13,6	9,8 - 17,4	24,3	20,6 - 27,9
Recife	21,4	18,8 - 24,0	16,6	13,0 - 20,2	25,3	21,8 - 28,9
Rio Branco	15,1	12,3 - 17,8	13,5	8,9 - 18,1	16,5	13,3 - 19,6
Rio de Janeiro	22,2	19,9 - 24,6	16,3	12,9 - 19,7	27,2	24,0 - 30,5
Salvador	17,8	15,5 - 20,1	16,0	12,1 - 19,9	19,3	16,6 - 22,0
São Luís	19,6	17,0 - 22,2	17,9	13,5 - 22,3	21,0	17,9 - 24,1
São Paulo	23,4	21,1 - 25,7	18,7	15,2 - 22,2	27,3	24,2 - 30,3
Teresina	20,5	18,1 - 23,0	15,5	11,9 - 19,0	24,7	21,5 - 28,0
Vitória	26,1	23,4 - 28,7	19,6	15,8 - 23,4	31,6	28,0 - 35,2
Distrito Federal	29,8	26,5 - 33,1	21,1	16,1 - 26,0	37,4	33,3 - 41,6

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 31. Percentual de indivíduos que consomem cinco ou mais porções diárias de frutas e hortaliças, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	19,0	17,0 - 20,9	17,3	14,7 - 19,9	20,9	17,9 - 24,0
25 a 34	21,5	19,5 - 23,5	17,7	14,9 - 20,5	25,2	22,4 - 28,0
35 a 44	22,1	20,5 - 23,8	16,4	14,0 - 18,9	26,7	24,5 - 28,9
45 a 54	23,9	22,2 - 25,6	19,2	16,4 - 22,1	27,6	25,5 - 29,7
55 a 64	26,3	24,6 - 27,9	20,6	18,0 - 23,1	30,4	28,3 - 32,5
65 e mais	26,6	25,2 - 28,0	21,6	19,1 - 24,0	29,7	28,0 - 31,3
Anos de escolaridade						
0 a 8	19,0	17,7 - 20,4	15,1	13,1 - 17,2	22,4	20,6 - 24,2
9 a 11	20,2	19,1 - 21,3	16,4	14,8 - 18,0	23,7	22,1 - 25,2
12 e mais	29,5	28,0 - 31,0	23,9	21,6 - 26,3	33,8	31,8 - 35,7
Total	22,9	22,1 - 23,7	18,4	17,2 - 19,5	26,8	25,7 - 27,8

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Consumo de refrigerantes

Tabela 32. Percentual de adultos (≥ 18 anos) que consomem refrigerantes em cinco ou mais dias da semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	7,4	5,5 - 9,4	11,0	7,3 - 14,6	4,6	2,8 - 6,3
Belém	8,8	6,4 - 11,3	12,5	7,8 - 17,2	5,7	3,8 - 7,6
Belo Horizonte	14,9	12,7 - 17,1	18,0	14,4 - 21,6	12,3	9,5 - 15,0
Boa Vista	11,4	8,0 - 14,7	14,4	8,7 - 20,2	8,5	5,1 - 11,9
Campo Grande	17,3	14,5 - 20,2	21,7	16,7 - 26,6	13,4	10,4 - 16,5
Cuiabá	17,6	14,9 - 20,4	22,1	17,5 - 26,8	13,4	10,4 - 16,4
Curitiba	18,3	15,7 - 21,0	21,8	17,4 - 26,1	15,3	12,2 - 18,4
Florianópolis	13,6	11,2 - 15,9	17,4	13,4 - 21,4	10,1	7,6 - 12,6
Fortaleza	7,5	5,7 - 9,3	9,5	6,3 - 12,7	5,8	3,8 - 7,7
Goiânia	17,4	14,8 - 19,9	21,1	16,8 - 25,4	14,1	11,1 - 17,0
João Pessoa	7,4	5,3 - 9,4	11,2	7,2 - 15,2	4,2	2,5 - 5,8
Macapá	13,3	9,8 - 16,8	17,3	11,4 - 23,1	9,6	5,6 - 13,7
Maceió	10,0	7,7 - 12,4	13,2	8,8 - 17,5	7,5	5,1 - 9,8
Manaus	13,0	10,2 - 15,7	15,7	10,9 - 20,5	10,4	7,7 - 13,2
Natal	5,8	4,2 - 7,5	7,9	4,9 - 11,0	4,0	2,4 - 5,7
Palmas	10,5	7,9 - 13,1	12,8	8,3 - 17,2	8,4	5,7 - 11,2
Porto Alegre	21,2	18,5 - 24,0	24,7	20,0 - 29,4	18,4	15,2 - 21,6
Porto Velho	13,4	10,5 - 16,3	16,8	11,8 - 21,8	9,6	7,1 - 12,2
Recife	9,1	7,3 - 10,9	10,3	7,3 - 13,4	8,1	5,9 - 10,2
Rio Branco	12,2	9,3 - 15,2	14,2	9,2 - 19,2	10,4	7,2 - 13,7
Rio de Janeiro	18,6	15,9 - 21,3	20,8	16,2 - 25,4	16,7	13,8 - 19,7
Salvador	7,1	5,3 - 8,9	10,5	7,1 - 14,0	4,3	2,5 - 6,0
São Luís	5,5	3,9 - 7,2	5,7	3,2 - 8,3	5,4	3,3 - 7,5
São Paulo	20,7	18,3 - 23,1	24,7	20,7 - 28,6	17,4	14,6 - 20,2
Teresina	8,4	6,3 - 10,4	9,0	5,9 - 12,0	7,9	5,2 - 10,6
Vitória	8,5	6,5 - 10,5	10,2	6,7 - 13,7	7,1	5,0 - 9,3
Distrito Federal	14,5	11,3 - 17,7	20,2	14,2 - 26,2	9,5	6,9 - 12,2

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 33. Percentual de indivíduos que consomem refrigerantes em cinco ou mais dias da semana no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	22,4	20,0 - 24,7	22,7	19,5 - 25,9	21,9	18,4 - 25,4
25 a 34	19,3	17,1 - 21,5	23,4	19,9 - 27,0	15,3	12,8 - 17,8
35 a 44	15,8	14,2 - 17,5	19,6	16,8 - 22,4	12,8	10,9 - 14,8
45 a 54	10,9	9,4 - 12,3	12,7	10,1 - 15,2	9,4	7,8 - 11,0
55 a 64	9,6	8,2 - 11,0	12,4	9,6 - 15,2	7,6	6,2 - 9,0
65 e mais	8,4	7,4 - 9,4	10,8	8,9 - 12,8	6,9	5,9 - 7,9
Anos de escolaridade						
0 a 8	13,5	12,0 - 15,0	16,6	14,0 - 19,2	10,8	9,2 - 12,4
9 a 11	17,3	16,0 - 18,6	20,1	18,0 - 22,2	14,7	13,1 - 16,3
12 e mais	13,8	12,5 - 15,1	17,5	15,2 - 19,8	10,9	9,5 - 12,4
Total	15,0	14,3 - 15,8	18,3	16,9 - 19,6	12,3	11,4 - 13,2

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Consumo alimentar – consumo de alimentos não ou minimamente processados protetores para doenças crônicas

Tabela 34. Percentual de adultos (>=18 anos) que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos não ou minimamente processados protetores para doenças crônicas no dia anterior à entrevista, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	37,9	35,0 - 40,7	32,5	28,0 - 37,1	42,2	38,6 - 45,8
Belém	24,2	21,7 - 26,8	23,3	18,9 - 27,7	25,1	22,0 - 28,1
Belo Horizonte	35,6	33,0 - 38,2	32,9	28,8 - 37,0	37,8	34,4 - 41,2
Boa Vista	28,7	24,7 - 32,7	23,6	17,7 - 29,5	33,4	28,0 - 38,8
Campo Grande	29,8	27,1 - 32,6	26,4	22,2 - 30,6	33,0	29,3 - 36,6
Cuiabá	30,4	27,6 - 33,2	27,2	23,0 - 31,4	33,3	29,7 - 37,0
Curitiba	31,8	28,9 - 34,6	28,8	24,6 - 33,1	34,3	30,5 - 38,0
Florianópolis	40,5	37,4 - 43,6	36,4	31,7 - 41,1	44,3	40,2 - 48,3
Fortaleza	25,8	23,2 - 28,4	23,2	19,1 - 27,3	27,9	24,6 - 31,2
Goiânia	37,4	34,5 - 40,4	34,1	29,6 - 38,7	40,3	36,6 - 44,1
João Pessoa	37,3	34,1 - 40,5	34,6	29,2 - 40,1	39,5	35,7 - 43,2
Macapá	26,2	22,4 - 30,0	21,6	16,4 - 26,9	30,4	25,2 - 35,7
Maceió	32,3	29,0 - 35,6	31,2	25,3 - 37,1	33,2	29,5 - 36,9
Manaus	29,0	25,9 - 32,2	25,5	20,6 - 30,3	32,4	28,2 - 36,5
Natal	33,1	30,2 - 36,0	30,8	26,2 - 35,5	35,0	31,3 - 38,7
Palmas	39,9	36,4 - 43,5	32,0	26,7 - 37,3	47,1	42,6 - 51,6
Porto Alegre	34,6	31,6 - 37,5	31,1	26,6 - 35,7	37,4	33,6 - 41,2
Porto Velho	30,3	27,1 - 33,5	26,6	21,7 - 31,5	34,4	30,3 - 38,4
Recife	32,2	29,4 - 35,0	26,4	22,4 - 30,5	36,9	33,2 - 40,6
Rio Branco	26,9	23,3 - 30,5	22,4	16,7 - 28,1	31,0	26,6 - 35,3
Rio de Janeiro	24,3	21,9 - 26,8	21,4	17,7 - 25,1	26,8	23,5 - 30,0
Salvador	30,0	27,2 - 32,9	28,6	23,8 - 33,3	31,3	27,9 - 34,7
São Luís	31,4	28,4 - 34,4	28,5	23,7 - 33,4	33,7	30,0 - 37,5
São Paulo	26,3	23,9 - 28,8	23,5	19,7 - 27,4	28,7	25,6 - 31,8
Teresina	34,7	31,7 - 37,6	30,6	26,0 - 35,2	38,0	34,3 - 41,7
Vitória	33,5	30,6 - 36,4	28,8	24,3 - 33,2	37,5	33,7 - 41,2
Distrito Federal	39,2	35,5 - 42,9	37,3	30,9 - 43,7	40,9	36,8 - 45,1

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 35. Percentual de indivíduos que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos não ou minimamente processados protetores para doenças crônicas no dia anterior à entrevista, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	22,9	20,7 - 25,1	22,3	19,4 - 25,2	23,6	20,4 - 26,9
25 a 34	26,9	24,7 - 29,0	24,8	21,7 - 28,0	28,8	26,0 - 31,6
35 a 44	30,2	28,4 - 32,0	26,1	23,3 - 28,9	33,5	31,2 - 35,9
45 a 54	33,1	31,2 - 35,0	30,4	27,3 - 33,6	35,3	33,0 - 37,6
55 a 64	34,9	33,1 - 36,7	30,7	27,7 - 33,7	37,9	35,7 - 40,2
65 e mais	32,6	31,2 - 34,0	30,9	28,3 - 33,4	33,6	32,0 - 35,3
Anos de escolaridade						
0 a 8	24,2	22,7 - 25,7	21,7	19,2 - 24,2	26,4	24,6 - 28,2
9 a 11	28,0	26,7 - 29,3	24,9	23,0 - 26,8	30,9	29,2 - 32,5
12 e mais	36,7	35,1 - 38,2	34,2	31,7 - 36,6	38,7	36,7 - 40,6
Total	29,8	28,9 - 30,6	26,9	25,6 - 28,2	32,3	31,2 - 33,3

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Consumo alimentar – consumo de alimentos ultraprocessados

Tabela 36. Percentual de adultos (>=18 anos) que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos ultraprocessados no dia anterior à entrevista, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	14,3	11,8 - 16,8	19,3	14,9 - 23,7	10,3	7,7 - 12,9
Belém	16,5	14,0 - 19,0	20,7	16,3 - 25,1	12,9	10,2 - 15,6
Belo Horizonte	15,3	13,1 - 17,5	18,7	15,2 - 22,3	12,4	9,8 - 15,0
Boa Vista	19,3	15,0 - 23,6	21,6	14,6 - 28,6	17,2	12,0 - 22,4
Campo Grande	17,6	14,7 - 20,4	19,3	14,6 - 23,9	16,0	12,7 - 19,4
Cuiabá	16,9	14,3 - 19,6	20,8	16,3 - 25,3	13,3	10,4 - 16,2
Curitiba	21,8	19,0 - 24,6	26,8	22,2 - 31,5	17,5	14,2 - 20,7
Florianópolis	17,0	14,4 - 19,7	20,8	16,5 - 25,2	13,6	10,5 - 16,7
Fortaleza	19,1	16,4 - 21,8	23,8	19,1 - 28,4	15,2	12,2 - 18,3
Goiânia	14,2	11,8 - 16,6	16,3	12,4 - 20,2	12,4	9,5 - 15,2
João Pessoa	16,4	13,8 - 19,1	17,9	13,4 - 22,4	15,2	12,1 - 18,3
Macapá	18,1	14,4 - 21,8	19,1	13,3 - 24,9	17,2	12,4 - 22,0
Maceió	15,6	12,7 - 18,5	20,8	15,5 - 26,2	11,4	8,6 - 14,3
Manaus	22,2	19,0 - 25,4	26,0	20,6 - 31,3	18,8	15,0 - 22,5
Natal	13,4	11,0 - 15,7	15,6	11,6 - 19,6	11,5	8,7 - 14,2
Palmas	15,9	12,9 - 18,9	22,0	16,7 - 27,3	10,4	7,5 - 13,3
Porto Alegre	26,0	23,0 - 28,9	29,1	24,3 - 33,9	23,4	19,8 - 27,1
Porto Velho	18,3	15,0 - 21,6	20,5	15,2 - 25,8	15,9	12,1 - 19,7
Recife	18,5	16,0 - 21,1	22,7	18,1 - 27,2	15,2	12,5 - 18,0
Rio Branco	14,7	12,0 - 17,3	16,7	12,1 - 21,3	12,8	9,8 - 15,9
Rio de Janeiro	19,9	17,2 - 22,6	24,6	20,0 - 29,3	15,9	12,9 - 19,0
Salvador	12,7	10,3 - 15,2	17,7	13,3 - 22,2	8,6	6,3 - 11,0
São Luís	14,9	12,2 - 17,6	18,1	13,4 - 22,9	12,3	9,4 - 15,2
São Paulo	19,9	17,6 - 22,3	22,2	18,5 - 25,9	18,0	15,1 - 21,0
Teresina	16,5	13,9 - 19,1	19,5	15,1 - 23,8	14,0	10,9 - 17,2
Vitória	14,1	11,6 - 16,5	18,6	14,2 - 23,0	10,2	7,8 - 12,7
Distrito Federal	15,2	12,0 - 18,3	20,6	14,8 - 26,3	10,5	7,4 - 13,6

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 37. Percentual de indivíduos que consumiram cinco ou mais grupos de alimentos ultraprocessados no dia anterior à entrevista, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	29,3	26,9 - 31,6	30,5	27,2 - 33,7	27,8	24,3 - 31,2
25 a 34	23,6	21,5 - 25,7	25,5	22,3 - 28,8	21,7	18,9 - 24,5
35 a 44	19,1	17,4 - 20,9	24,6	21,5 - 27,7	14,8	12,9 - 16,7
45 a 54	13,9	12,3 - 15,5	18,3	15,3 - 21,2	10,5	8,9 - 12,1
55 a 64	9,8	8,4 - 11,1	11,8	9,4 - 14,3	8,3	6,8 - 9,8
65 e mais	8,0	7,1 - 8,9	10,0	8,2 - 11,8	6,8	5,9 - 7,7
Anos de escolaridade						
0 a 8	14,7	13,2 - 16,2	18,1	15,5 - 20,7	11,8	10,2 - 13,5
9 a 11	21,7	20,3 - 23,0	26,1	24,0 - 28,3	17,5	15,9 - 19,1
12 e mais	17,3	15,9 - 18,6	19,8	17,7 - 21,9	15,3	13,6 - 17,0
Total	18,2	17,4 - 19,0	21,8	20,5 - 23,2	15,1	14,2 - 16,1

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Práticas de atividades físicas no tempo livre

Tabela 38. Percentual de adultos (>=18 anos) que praticam atividades físicas no tempo livre equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	41,9	38,9 - 44,9	48,1	42,9 - 53,2	36,8	33,3 - 40,4
Belém	43,2	40,0 - 46,5	53,9	48,4 - 59,4	34,2	30,5 - 37,9
Belo Horizonte	39,7	36,9 - 42,5	43,8	39,4 - 48,2	36,2	32,8 - 39,7
Boa Vista	39,7	35,0 - 44,4	47,0	39,3 - 54,7	32,9	27,5 - 38,3
Campo Grande	39,5	36,2 - 42,7	47,4	42,2 - 52,6	32,4	28,6 - 36,1
Cuiabá	38,3	35,2 - 41,4	43,7	38,8 - 48,7	33,3	29,5 - 37,2
Curitiba	41,0	37,9 - 44,2	49,2	44,3 - 54,2	34,0	30,2 - 37,8
Florianópolis	45,2	42,0 - 48,4	56,3	51,4 - 61,1	35,1	31,2 - 39,1
Fortaleza	40,3	37,2 - 43,4	48,2	43,1 - 53,4	33,5	30,0 - 37,1
Goiânia	41,0	37,9 - 44,1	44,6	39,7 - 49,4	37,9	34,0 - 41,7
João Pessoa	40,1	36,8 - 43,5	47,0	41,4 - 52,5	34,4	30,7 - 38,2
Macapá	44,3	39,8 - 48,9	52,1	44,9 - 59,4	37,1	31,7 - 42,5
Maceió	39,9	36,4 - 43,4	50,7	44,5 - 56,9	31,1	27,4 - 34,8
Manaus	37,1	33,5 - 40,6	46,0	40,2 - 51,8	28,8	25,0 - 32,6
Natal	45,4	42,1 - 48,6	52,7	47,4 - 57,9	39,2	35,3 - 43,1
Palmas	49,9	46,1 - 53,6	51,4	45,4 - 57,4	48,5	43,9 - 53,0
Porto Alegre	37,7	34,5 - 40,9	46,9	41,7 - 52,0	30,2	26,3 - 34,0
Porto Velho	37,1	33,6 - 40,6	42,7	37,1 - 48,3	31,0	27,0 - 35,0
Recife	35,6	32,7 - 38,5	43,9	39,1 - 48,8	29,0	25,6 - 32,4
Rio Branco	44,6	40,6 - 48,5	47,9	41,2 - 54,7	41,5	37,0 - 46,0
Rio de Janeiro	37,8	34,7 - 40,9	45,5	40,4 - 50,5	31,4	27,7 - 35,0
Salvador	41,3	38,2 - 44,5	50,1	44,7 - 55,4	34,1	30,6 - 37,7
São Luís	37,9	34,7 - 41,0	45,3	39,6 - 50,9	31,8	28,3 - 35,4
São Paulo	34,6	31,8 - 37,4	43,8	39,2 - 48,4	26,8	23,7 - 29,9
Teresina	44,3	41,2 - 47,5	55,1	49,8 - 60,3	35,5	31,8 - 39,2
Vitória	44,2	41,0 - 47,5	52,0	46,8 - 57,2	37,6	33,7 - 41,5
Distrito Federal	47,1	43,2 - 50,9	50,0	43,4 - 56,7	44,5	40,2 - 48,8

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Adultos que praticam atividades de intensidade moderada por pelo menos 150 minutos semanais ou atividades de intensidade vigorosa por pelo menos 75 minutos semanais.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 39. Percentual de indivíduos que praticam atividades físicas no tempo livre equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Total		Sexo			
	%	IC 95%	Masculino		Feminino	
			%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	49,4	46,8 - 52,0	60,2	56,6 - 63,8	36,2	32,7 - 39,7
25 a 34	48,5	46,0 - 51,0	58,5	54,8 - 62,2	38,8	35,7 - 41,9
35 a 44	36,8	34,9 - 38,8	42,9	39,5 - 46,3	32,0	29,7 - 34,2
45 a 54	34,6	32,7 - 36,6	36,8	33,5 - 40,2	32,9	30,7 - 35,2
55 a 64	31,5	29,7 - 33,3	35,8	32,6 - 38,9	28,4	26,4 - 30,5
65 e mais	24,4	23,1 - 25,6	28,8	26,3 - 31,3	21,6	20,3 - 23,0
Anos de escolaridade						
0 a 8	25,8	24,1 - 27,4	30,4	27,5 - 33,3	21,8	20,1 - 23,5
9 a 11	39,5	38,0 - 41,0	48,2	45,8 - 50,6	31,5	29,8 - 33,3
12 e mais	50,0	48,3 - 51,6	60,0	57,4 - 62,6	42,2	40,2 - 44,2
Total	39,0	38,0 - 39,9	46,7	45,2 - 48,3	32,4	31,3 - 33,5

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Adultos que praticam atividades de intensidade moderada por pelo menos 150 minutos semanais em ou atividades de intensidade vigorosa por pelo menos 75 minutos semanais.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Práticas de atividades físicas no deslocamento

Tabela 40. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que praticam atividades físicas no deslocamento equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana**, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	13,2	11,0 - 15,3	13,8	10,2 - 17,3	12,7	10,1 - 15,3
Belém	15,1	12,7 - 17,5	18,2	13,9 - 22,4	12,5	10,0 - 15,0
Belo Horizonte	14,5	12,4 - 16,6	14,0	10,9 - 17,1	14,9	12,2 - 17,7
Boa Vista	8,1	5,3 - 10,9	7,5	3,6 - 11,3	8,7	4,7 - 12,8
Campo Grande	11,1	8,6 - 13,5	12,1	7,9 - 16,4	10,1	7,5 - 12,8
Cuiabá	12,2	9,9 - 14,5	11,5	8,2 - 14,8	12,8	9,6 - 16,0
Curitiba	14,8	12,3 - 17,3	15,7	11,6 - 19,8	14,1	11,0 - 17,1
Florianópolis	13,1	11,0 - 15,2	11,4	8,3 - 14,6	14,6	11,8 - 17,4
Fortaleza	10,3	8,2 - 12,4	11,3	7,8 - 14,7	9,5	7,0 - 11,9
Goiânia	8,7	7,0 - 10,4	9,1	6,2 - 12,0	8,3	6,2 - 10,4
João Pessoa	10,9	8,7 - 13,0	12,5	8,8 - 16,1	9,5	7,0 - 12,1
Macapá	16,3	12,7 - 19,9	21,6	15,5 - 27,7	11,4	7,7 - 15,1
Maceió	12,7	10,1 - 15,4	12,1	7,3 - 16,9	13,2	10,4 - 16,1
Manaus	12,4	9,7 - 15,2	15,0	10,0 - 20,0	10,1	7,6 - 12,6
Natal	9,8	7,8 - 11,7	8,0	5,0 - 11,0	11,3	8,8 - 13,9
Palmas	7,2	5,2 - 9,1	7,6	4,5 - 10,7	6,7	4,3 - 9,2
Porto Alegre	14,0	11,7 - 16,4	12,9	9,3 - 16,5	14,9	11,9 - 18,0
Porto Velho	13,0	9,9 - 16,1	14,7	9,7 - 19,6	11,2	7,9 - 14,6
Recife	15,3	13,0 - 17,5	17,3	13,4 - 21,2	13,7	11,1 - 16,2
Rio Branco	10,1	7,8 - 12,3	9,5	6,1 - 12,9	10,6	7,7 - 13,6
Rio de Janeiro	15,4	13,1 - 17,6	12,9	9,6 - 16,2	17,5	14,5 - 20,5
Salvador	13,8	11,7 - 15,9	12,3	9,1 - 15,5	14,9	12,2 - 17,7
São Luís	11,1	9,1 - 13,2	10,1	7,1 - 13,1	12,0	9,3 - 14,7
São Paulo	17,5	15,3 - 19,7	18,6	15,0 - 22,1	16,6	13,9 - 19,3
Teresina	13,5	10,9 - 16,1	16,9	12,4 - 21,3	10,7	7,7 - 13,7
Vitória	13,7	11,4 - 16,0	15,7	11,7 - 19,6	12,1	9,5 - 14,6
Distrito Federal	10,6	7,7 - 13,6	13,6	8,1 - 19,1	8,1	5,4 - 10,7

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos que se deslocam a pé ou de bicicleta para o trabalho ou curso/escola, perfazendo, pelo menos, 30 minutos diários no total do trajeto.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 41. Percentual* de indivíduos que praticam atividades físicas no deslocamento equivalentes a pelo menos 150 minutos de atividade de intensidade moderada por semana** no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Total		Sexo			
	%	IC 95%	Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	16,7	14,5 - 18,8	17,2	14,2 - 20,2	16,0	13,0 - 19,0
25 a 34	14,4	12,6 - 16,2	13,3	10,6 - 15,9	15,5	13,0 - 18,0
35 a 44	16,6	14,9 - 18,2	15,0	12,4 - 17,6	17,9	15,8 - 19,9
45 a 54	17,2	15,6 - 18,8	19,1	16,2 - 22,0	15,7	13,9 - 17,5
55 a 64	11,4	10,2 - 12,7	12,5	10,3 - 14,8	10,6	9,2 - 12,1
65 e mais	4,8	4,2 - 5,5	6,6	5,2 - 8,1	3,7	3,1 - 4,4
Anos de escolaridade						
0 a 8	14,3	12,9 - 15,7	16,3	13,9 - 18,8	12,5	10,9 - 14,1
9 a 11	15,7	14,5 - 16,8	14,7	13,0 - 16,4	16,6	15,0 - 18,2
12 e mais	12,2	11,0 - 13,5	12,6	10,6 - 14,6	12,0	10,5 - 13,4
Total	14,1	13,4 - 14,9	14,5	13,4 - 15,7	13,8	12,9 - 14,7

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos que se deslocam a pé ou de bicicleta para o trabalho ou curso/escola, perfazendo, pelo menos, 30 minutos diários no total do trajeto.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Prática insuficiente de atividade física

O Vigitel atribui a condição de prática insuficiente de atividade física a indivíduos cuja soma de minutos despendidos em atividades físicas no tempo livre, no deslocamento para o trabalho/escola e na atividade ocupacional não alcança o equivalente a pelo menos 150 minutos semanais de atividades de intensidade moderada ou pelo menos 75 minutos semanais de atividades de intensidade vigorosa.

Tabela 42. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) com prática insuficiente de atividade física**, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	44,9	41,8 - 47,9	37,6	32,5 - 42,8	50,7	47,1 - 54,4
Belém	42,8	39,7 - 46,0	31,4	26,5 - 36,3	52,5	48,7 - 56,3
Belo Horizonte	44,0	41,3 - 46,8	37,0	32,8 - 41,1	49,9	46,4 - 53,5
Boa Vista	46,2	41,4 - 51,1	37,1	29,6 - 44,5	54,8	48,7 - 60,8
Campo Grande	45,5	42,3 - 48,7	33,1	28,5 - 37,7	56,5	52,5 - 60,6
Cuiabá	46,4	43,3 - 49,6	40,6	35,7 - 45,4	51,8	47,8 - 55,8
Curitiba	42,4	39,4 - 45,4	33,9	29,5 - 38,3	49,8	45,8 - 53,7
Florianópolis	39,0	35,9 - 42,0	31,2	26,7 - 35,6	46,0	42,0 - 50,1
Fortaleza	46,3	43,2 - 49,4	36,7	31,9 - 41,4	54,5	50,6 - 58,3
Goiânia	44,5	41,5 - 47,6	37,9	33,2 - 42,5	50,4	46,5 - 54,3
João Pessoa	46,2	42,9 - 49,4	38,1	32,9 - 43,3	52,9	49,0 - 56,9
Macapá	39,3	34,9 - 43,7	28,1	21,7 - 34,5	49,7	44,0 - 55,4
Maceió	46,9	43,4 - 50,4	37,3	31,7 - 43,0	54,6	50,6 - 58,6
Manaus	49,0	45,4 - 52,6	37,3	31,9 - 42,6	59,8	55,6 - 64,0
Natal	43,2	40,0 - 46,4	35,6	30,6 - 40,6	49,6	45,6 - 53,6
Palmas	39,5	35,9 - 43,1	35,4	29,8 - 41,0	43,2	38,7 - 47,7
Porto Alegre	44,7	41,6 - 47,8	36,3	31,5 - 41,1	51,6	47,6 - 55,6
Porto Velho	47,3	43,5 - 51,0	39,0	33,0 - 45,0	56,3	51,9 - 60,7
Recife	49,8	46,8 - 52,8	41,0	36,2 - 45,8	56,9	53,1 - 60,6
Rio Branco	42,5	38,4 - 46,6	37,5	30,6 - 44,5	47,0	42,4 - 51,6
Rio de Janeiro	44,8	41,8 - 47,9	36,6	31,9 - 41,3	51,8	48,0 - 55,6
Salvador	42,9	39,8 - 45,9	32,7	27,8 - 37,6	51,3	47,6 - 55,0
São Luís	49,6	46,2 - 53,0	42,3	36,3 - 48,3	55,5	51,6 - 59,4
São Paulo	45,7	42,9 - 48,4	36,6	32,3 - 40,9	53,3	49,8 - 56,8
Teresina	43,0	39,8 - 46,1	30,0	25,1 - 35,0	53,6	49,8 - 57,5
Vitória	42,2	39,1 - 45,3	34,5	29,7 - 39,3	48,7	44,8 - 52,6
Distrito Federal	39,7	35,9 - 43,4	34,5	28,1 - 41,0	44,2	39,9 - 48,4

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos cuja soma de minutos despendidos em atividades físicas no tempo livre, no deslocamento para o trabalho/escola e na atividade ocupacional não alcança o equivalente a pelo menos 150 minutos semanais de atividades de intensidade moderada ou pelo menos 75 minutos semanais de atividades de intensidade vigorosa.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Tabela 43. Percentual* de indivíduos com prática insuficiente de atividade física no conjunto da população adulta (>= 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	36,5	34,0 - 39,0	26,2	23,1 - 29,4	49,1	45,5 - 52,8
25 a 34	36,8	34,4 - 39,1	29,0	25,6 - 32,4	44,3	41,2 - 47,5
35 a 44	42,2	40,2 - 44,3	36,5	33,1 - 39,8	46,9	44,3 - 49,4
45 a 54	44,2	42,1 - 46,3	37,5	34,1 - 40,9	49,5	47,0 - 51,9
55 a 64	52,3	50,3 - 54,3	43,8	40,5 - 47,2	58,3	56,0 - 60,6
65 e mais	69,1	67,7 - 70,6	60,9	58,1 - 63,6	74,2	72,7 - 75,7
Anos de escolaridade						
0 a 8	53,7	51,9 - 55,6	43,4	40,4 - 46,4	62,6	60,5 - 64,7
9 a 11	43,4	41,9 - 44,9	35,0	32,7 - 37,3	51,1	49,2 - 53,0
12 e mais	38,6	37,1 - 40,2	30,9	28,5 - 33,2	44,7	42,6 - 46,7
Total	44,8	43,9 - 45,7	36,1	34,7 - 37,6	52,2	51,0 - 53,4

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos cuja soma de minutos despendidos em atividades físicas no tempo livre, no deslocamento para o trabalho/escola e na atividade ocupacional não alcança o equivalente a pelo menos 150 minutos semanais de atividades de intensidade moderada ou pelo menos 75 minutos semanais de atividades de intensidade vigorosa.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Inatividade física

O Vigitel classifica como fisicamente inativos todos os indivíduos que referem não ter praticado qualquer atividade física no tempo livre nos últimos três meses e que não realizam esforços físicos relevantes no trabalho, não se deslocam para o trabalho ou para a escola a pé ou de bicicleta (perfazendo um mínimo de 10 minutos por trajeto ou 20 minutos por dia) e que não participam da limpeza pesada de suas casas.

Tabela 44. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) fisicamente inativos,** por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	15,4	13,1 - 17,6	14,3	10,5 - 18,1	16,3	13,6 - 18,9
Belém	13,5	11,6 - 15,4	10,6	7,7 - 13,4	16,0	13,5 - 18,4
Belo Horizonte	13,6	11,8 - 15,5	13,5	10,6 - 16,3	13,7	11,3 - 16,1
Boa Vista	13,2	10,1 - 16,4	9,9	6,4 - 13,4	16,3	11,4 - 21,3
Campo Grande	12,8	10,8 - 14,8	11,5	8,7 - 14,4	13,9	11,1 - 16,6
Cuiabá	13,0	10,9 - 15,1	14,8	11,2 - 18,4	11,3	9,0 - 13,6
Curitiba	12,2	10,4 - 14,1	12,3	9,5 - 15,2	12,1	9,6 - 14,6
Florianópolis	10,2	8,4 - 12,0	10,1	7,5 - 12,6	10,3	7,8 - 12,8
Fortaleza	14,2	12,3 - 16,2	12,4	9,3 - 15,4	15,8	13,3 - 18,3
Goiânia	13,2	11,1 - 15,2	12,8	9,8 - 15,7	13,5	10,7 - 16,3
João Pessoa	16,4	14,2 - 18,6	15,1	11,5 - 18,7	17,5	14,7 - 20,3
Macapá	15,8	12,2 - 19,4	12,6	7,3 - 18,0	18,7	13,8 - 23,7
Maceió	17,4	15,0 - 19,8	15,6	11,9 - 19,3	18,9	15,8 - 22,0
Manaus	14,3	12,1 - 16,5	12,6	9,4 - 15,8	15,8	12,8 - 18,9
Natal	17,4	15,0 - 19,9	19,2	15,0 - 23,5	15,8	13,2 - 18,5
Palmas	10,3	8,2 - 12,3	10,8	7,4 - 14,2	9,8	7,4 - 12,2
Porto Alegre	12,7	10,8 - 14,6	12,2	9,1 - 15,2	13,1	10,6 - 15,6
Porto Velho	13,8	11,3 - 16,3	14,7	10,5 - 18,9	12,8	10,1 - 15,4
Recife	17,1	14,9 - 19,2	16,6	13,0 - 20,2	17,5	14,9 - 20,1
Rio Branco	15,4	12,0 - 18,8	16,2	10,1 - 22,3	14,7	11,3 - 18,0
Rio de Janeiro	15,5	13,4 - 17,6	16,7	13,1 - 20,4	14,5	12,1 - 16,8
Salvador	13,3	11,4 - 15,2	11,2	8,3 - 14,1	15,0	12,5 - 17,5
São Luís	15,8	13,2 - 18,3	14,9	10,5 - 19,3	16,5	13,6 - 19,4
São Paulo	12,8	11,0 - 14,6	14,1	11,0 - 17,2	11,7	9,6 - 13,7
Teresina	14,6	12,2 - 17,0	12,5	8,3 - 16,7	16,3	13,6 - 19,1
Vitória	11,6	9,8 - 13,4	11,9	8,8 - 15,0	11,3	9,2 - 13,3
Distrito Federal	13,0	10,2 - 15,7	12,9	8,0 - 17,9	13,0	10,3 - 15,6

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos que não praticaram qualquer atividade física no lazer nos últimos três meses e que não realizam esforços físicos intensos no trabalho, não se deslocam para o trabalho ou para a escola a pé ou de bicicleta, perfazendo um mínimo de 10 minutos por trajeto/dia, e que não participam da limpeza pesada de suas casas.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 45. Percentual* de indivíduos fisicamente inativos** no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	12,9	11,2 - 14,5	10,4	8,3 - 12,5	15,9	13,4 - 18,4
25 a 34	10,8	9,3 - 12,3	11,0	8,6 - 13,5	10,6	8,8 - 12,4
35 a 44	10,9	9,4 - 12,3	13,4	10,7 - 16,2	8,8	7,4 - 10,2
45 a 54	10,4	9,1 - 11,7	12,9	10,5 - 15,2	8,5	7,2 - 9,8
55 a 64	14,6	13,2 - 15,9	13,6	11,5 - 15,8	15,2	13,5 - 17,0
65 e mais	31,8	30,3 - 33,2	30,9	28,2 - 33,5	32,3	30,7 - 34,0
Anos de escolaridade						
0 a 8	18,0	16,8 - 19,3	18,9	16,7 - 21,0	17,3	16,0 - 18,6
9 a 11	12,7	11,7 - 13,7	13,5	11,7 - 15,3	12,0	10,9 - 13,1
12 e mais	11,7	10,7 - 12,7	9,7	8,3 - 11,1	13,2	11,9 - 14,6
Total	13,9	13,3 - 14,5	13,8	12,8 - 14,9	14,0	13,2 - 14,7

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

**Indivíduos que não praticaram qualquer atividade física no lazer nos últimos três meses e que não realizam esforços físicos intensos no trabalho, não se deslocam para o trabalho ou para a escola a pé ou de bicicleta, perfazendo um mínimo de 10 minutos por trajeto/dia, e que não participam da limpeza pesada de suas casas.

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tempo livre assistindo à televisão ou usando computador, tablet ou celular

Tabela 46. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que despendem três ou mais horas do tempo livre assistindo à televisão ou usando computador, tablet ou celular, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019.

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	62,6	59,6 - 65,6	61,0	55,8 - 66,2	63,8	60,4 - 67,2
Belém	62,6	59,6 - 65,7	65,1	60,1 - 70,0	60,5	56,8 - 64,2
Belo Horizonte	62,0	59,3 - 64,6	61,3	57,2 - 65,5	62,5	59,1 - 65,8
Boa Vista	58,5	53,7 - 63,2	62,4	55,0 - 69,8	54,8	48,9 - 60,8
Campo Grande	59,1	56,0 - 62,2	63,0	58,2 - 67,8	55,6	51,6 - 59,6
Cuiabá	56,9	53,8 - 60,0	59,6	54,8 - 64,4	54,5	50,5 - 58,4
Curitiba	57,6	54,6 - 60,7	55,6	50,7 - 60,4	59,4	55,6 - 63,2
Florianópolis	66,2	63,3 - 69,0	67,9	63,7 - 72,2	64,6	60,8 - 68,4
Fortaleza	58,4	55,3 - 61,4	61,2	56,2 - 66,1	56,0	52,2 - 59,8
Goiânia	61,0	58,1 - 64,0	60,4	55,7 - 65,0	61,6	57,9 - 65,3
João Pessoa	57,8	54,5 - 61,0	58,8	53,4 - 64,2	56,9	53,0 - 60,8
Macapá	66,5	62,2 - 70,9	66,8	59,9 - 73,8	66,3	60,8 - 71,7
Maceió	59,3	55,8 - 62,8	61,7	55,7 - 67,8	57,4	53,4 - 61,3
Manaus	64,9	61,5 - 68,3	68,4	63,0 - 73,8	61,6	57,4 - 65,8
Natal	60,8	57,7 - 63,9	64,0	59,1 - 68,8	58,1	54,2 - 62,0
Palmas	61,6	58,1 - 65,1	62,5	56,8 - 68,2	60,8	56,5 - 65,2
Porto Alegre	64,2	61,2 - 67,1	64,9	60,1 - 69,6	63,6	59,9 - 67,3
Porto Velho	60,0	56,4 - 63,7	60,3	54,5 - 66,1	59,7	55,4 - 64,0
Recife	64,0	61,2 - 66,9	68,6	64,2 - 73,0	60,3	56,7 - 64,0
Rio Branco	62,6	58,8 - 66,4	64,9	58,6 - 71,1	60,5	56,1 - 64,9
Rio de Janeiro	66,3	63,4 - 69,2	67,5	62,7 - 72,2	65,4	61,8 - 68,9
Salvador	64,7	61,8 - 67,6	67,7	62,8 - 72,6	62,2	58,7 - 65,7
São Luís	64,5	61,4 - 67,7	69,6	64,3 - 74,8	60,4	56,7 - 64,2
São Paulo	63,1	60,4 - 65,8	63,1	58,7 - 67,4	63,1	59,8 - 66,4
Teresina	58,7	55,6 - 61,8	57,6	52,5 - 62,7	59,6	55,9 - 63,3
Vitória	65,3	62,4 - 68,2	66,5	61,8 - 71,2	64,3	60,7 - 67,9
Distrito Federal	61,1	57,3 - 65,0	62,9	56,2 - 69,6	59,6	55,3 - 63,8

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 47. Percentual* de indivíduos que despendem três ou mais horas do tempo livre assistindo à televisão ou usando computador, tablet ou celular, no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019.

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	79,2	77,1 - 81,3	78,8	75,8 - 81,7	79,8	76,8 - 82,8
25 a 34	73,3	71,0 - 75,5	74,1	70,7 - 77,6	72,5	69,6 - 75,3
35 a 44	62,4	60,4 - 64,4	65,0	61,7 - 68,3	60,4	57,9 - 62,8
45 a 54	53,9	51,8 - 56,0	54,5	51,0 - 58,1	53,4	51,0 - 55,9
55 a 64	52,1	50,1 - 54,0	49,3	45,8 - 52,7	54,0	51,7 - 56,4
65 e mais	45,7	44,2 - 47,2	41,7	38,9 - 44,5	48,1	46,4 - 49,9
Anos de escolaridade						
0 a 8	46,3	44,4 - 48,1	45,9	42,8 - 49,0	46,6	44,4 - 48,7
9 a 11	68,5	67,2 - 69,8	70,7	68,7 - 72,8	66,5	64,8 - 68,2
12 e mais	70,2	68,8 - 71,7	71,7	69,3 - 74,1	69,1	67,3 - 70,9
Total	62,7	61,8 - 63,6	63,9	62,4 - 65,3	61,7	60,5 - 62,8

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Morbidade referida – diagnóstico médico de hipertensão arterial

Tabela 48. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de hipertensão arterial, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	25,1	22,6 - 27,6	20,2	16,3 - 24,2	29,1	25,9 - 32,2
Belém	19,3	17,1 - 21,6	18,1	14,5 - 21,8	20,4	17,5 - 23,2
Belo Horizonte	25,8	23,7 - 27,9	21,0	18,0 - 24,1	29,8	26,8 - 32,7
Boa Vista	20,4	16,8 - 24,0	20,0	14,2 - 25,9	20,8	16,3 - 25,2
Campo Grande	24,9	22,5 - 27,4	23,4	19,5 - 27,3	26,3	23,2 - 29,4
Cuiabá	22,8	20,5 - 25,1	19,1	15,7 - 22,4	26,3	23,2 - 29,4
Curitiba	21,1	19,0 - 23,1	16,7	13,9 - 19,6	24,8	21,9 - 27,8
Florianópolis	21,6	19,4 - 23,8	20,1	16,7 - 23,4	23,0	20,1 - 25,9
Fortaleza	21,2	18,9 - 23,5	18,8	15,3 - 22,3	23,2	20,3 - 26,2
Goiânia	24,3	22,0 - 26,6	21,8	18,3 - 25,2	26,5	23,5 - 29,6
João Pessoa	25,6	22,8 - 28,4	21,2	16,5 - 25,8	29,3	25,9 - 32,7
Macapá	23,3	19,6 - 27,0	23,3	17,4 - 29,3	23,2	18,6 - 27,8
Maceió	26,8	24,0 - 29,6	24,2	19,5 - 29,0	28,9	25,6 - 32,3
Manaus	18,4	15,8 - 21,0	17,1	12,8 - 21,3	19,7	16,6 - 22,8
Natal	24,5	21,9 - 27,0	23,1	18,9 - 27,2	25,7	22,6 - 28,7
Palmas	17,6	15,2 - 20,0	17,3	13,5 - 21,0	17,9	14,8 - 20,9
Porto Alegre	28,2	25,6 - 30,8	27,2	23,0 - 31,4	29,0	25,8 - 32,2
Porto Velho	19,6	16,5 - 22,6	18,6	13,5 - 23,8	20,6	17,5 - 23,7
Recife	28,4	25,9 - 30,8	26,0	22,0 - 30,0	30,2	27,2 - 33,3
Rio Branco	18,5	15,9 - 21,0	14,9	11,2 - 18,6	21,7	18,3 - 25,1
Rio de Janeiro	28,0	25,5 - 30,6	22,4	18,7 - 26,0	32,8	29,4 - 36,2
Salvador	25,2	22,7 - 27,6	19,3	15,5 - 23,2	30,0	26,8 - 33,1
São Luis	16,9	14,7 - 19,2	15,0	11,4 - 18,6	18,5	15,7 - 21,3
São Paulo	24,4	22,2 - 26,6	20,4	17,1 - 23,6	27,8	25,0 - 30,7
Teresina	22,4	20,1 - 24,7	22,1	18,2 - 25,9	22,6	19,8 - 25,4
Vitória	24,3	22,1 - 26,6	20,0	16,6 - 23,4	28,1	25,0 - 31,1
Distrito Federal	28,5	24,6 - 32,3	29,6	22,6 - 36,7	27,5	23,7 - 31,2

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 49. Percentual* de indivíduos que referiram diagnóstico médico de hipertensão arterial no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	4,1	3,0 - 5,1	3,4	2,3 - 4,5	4,9	2,9 - 6,9
25 a 34	9,8	8,2 - 11,4	9,4	7,1 - 11,7	10,2	8,0 - 12,3
35 a 44	17,0	15,4 - 18,6	16,2	13,5 - 18,9	17,6	15,7 - 19,6
45 a 54	31,6	29,6 - 33,5	28,6	25,4 - 31,8	33,9	31,6 - 36,3
55 a 64	45,2	43,3 - 47,2	42,5	39,2 - 45,8	47,2	44,8 - 49,5
65 e mais	59,3	57,7 - 60,8	55,5	52,7 - 58,4	61,6	59,8 - 63,3
Anos de escolaridade						
0 a 8	41,5	39,8 - 43,2	35,3	32,5 - 38,1	46,8	44,7 - 48,9
9 a 11	20,5	19,4 - 21,6	16,3	14,8 - 17,9	24,3	22,7 - 25,8
12 e mais	14,3	13,4 - 15,3	14,4	12,8 - 15,9	14,3	13,1 - 15,6
Total	24,5	23,8 - 25,3	21,2	20,0 - 22,4	27,3	26,4 - 28,3

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tratamento medicamentoso da hipertensão arterial

Tabela 50. Percentual* de adultos com hipertensão arterial (≥ 18 anos) que referiram tratamento medicamentoso da doença, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	81,9	76,7 - 87,0	71,8	60,7 - 83,0	87,5	83,2 - 91,8
Belém	89,7	86,4 - 93,0	86,4	80,1 - 92,7	92,2	88,8 - 95,6
Belo Horizonte	86,4	82,9 - 89,9	72,8	65,2 - 80,3	94,5	92,0 - 96,9
Boa Vista	70,7	60,4 - 80,9	59,8	42,6 - 77,0	80,4	71,6 - 89,3
Campo Grande	80,8	75,2 - 86,3	73,8	64,0 - 83,5	86,3	80,4 - 92,3
Cuiabá	83,3	78,5 - 88,2	77,4	68,2 - 86,7	87,3	82,3 - 92,3
Curitiba	82,4	77,9 - 86,9	80,3	72,4 - 88,2	83,6	78,2 - 89,0
Florianópolis	81,4	76,1 - 86,7	73,5	64,2 - 82,8	87,6	82,2 - 93,0
Fortaleza	80,6	75,2 - 86,1	72,5	62,8 - 82,2	86,1	80,0 - 92,3
Goiânia	81,9	77,1 - 86,7	74,9	66,3 - 83,4	87,0	81,8 - 92,1
João Pessoa	80,4	74,7 - 86,1	77,2	66,3 - 88,1	82,3	76,0 - 88,6
Macapá	70,4	61,5 - 79,3	61,6	46,7 - 76,5	78,7	70,2 - 87,3
Maceió	84,4	79,8 - 89,0	82,7	74,7 - 90,7	85,5	80,1 - 90,9
Manaus	72,6	64,4 - 80,9	65,8	50,8 - 80,7	78,1	70,4 - 85,9
Natal	81,8	76,0 - 87,6	79,9	69,2 - 90,6	83,3	77,2 - 89,3
Palmas	81,7	75,0 - 88,4	87,2	78,1 - 96,2	76,9	67,4 - 86,4
Porto Alegre	82,3	77,5 - 87,0	77,9	69,3 - 86,4	85,7	80,6 - 90,8
Porto Velho	68,8	58,6 - 78,9	57,6	40,6 - 74,6	79,8	72,6 - 87,0
Recife	84,7	80,9 - 88,4	77,7	70,4 - 85,0	89,5	85,8 - 93,1
Rio Branco	84,1	79,1 - 89,0	79,9	70,4 - 89,4	86,7	81,3 - 92,1
Rio de Janeiro	87,7	83,7 - 91,7	87,2	79,7 - 94,6	88,0	83,4 - 92,6
Salvador	80,0	74,5 - 85,6	73,4	62,0 - 84,8	83,6	77,9 - 89,3
São Luís	80,3	73,7 - 86,9	76,1	64,5 - 87,8	83,1	75,3 - 90,8
São Paulo	82,7	78,4 - 87,0	80,5	73,0 - 88,0	84,1	78,8 - 89,3
Teresina	87,7	83,8 - 91,7	86,5	79,7 - 93,4	88,7	84,2 - 93,2
Vitória	89,0	85,3 - 92,7	85,0	77,2 - 92,8	91,5	88,1 - 94,8
Distrito Federal	83,1	75,1 - 91,0	76,1	61,2 - 90,9	89,7	84,3 - 95,0

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 51. Percentual* de indivíduos com hipertensão que referiram tratamento medicamentoso para a doença no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	35,2	23,5 - 46,9	38,7	23,5 - 53,9	32,2	15,3 - 49,0
25 a 34	57,0	48,6 - 65,5	55,0	42,3 - 67,8	58,8	47,6 - 70,1
35 a 44	67,2	62,1 - 72,2	60,9	51,8 - 70,0	71,8	66,3 - 77,3
45 a 54	84,7	81,8 - 87,7	78,7	72,7 - 84,6	88,8	86,0 - 91,5
55 a 64	91,4	89,6 - 93,2	87,4	83,8 - 90,9	94,0	92,2 - 95,7
65 e mais	95,6	94,8 - 96,4	95,2	93,5 - 96,8	95,8	95,0 - 96,7
Anos de escolaridade						
0 a 8	87,7	85,7 - 89,6	83,9	80,2 - 87,6	90,1	87,9 - 92,3
9 a 11	78,3	75,4 - 81,3	72,8	67,4 - 78,2	81,7	78,4 - 85,1
12 e mais	79,7	76,4 - 83,0	74,5	69,0 - 80,0	83,8	80,0 - 87,6
Total	83,1	81,6 - 84,6	78,5	75,7 - 81,2	86,2	84,5 - 87,9

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Diagnóstico médico de diabetes

Tabela 52. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de diabetes, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	7,3	5,6 - 9,0	7,1	3,9 - 10,3	7,5	5,9 - 9,1
Belém	6,8	5,4 - 8,1	6,4	4,5 - 8,2	7,1	5,0 - 9,1
Belo Horizonte	8,0	6,8 - 9,2	6,9	5,1 - 8,7	8,9	7,3 - 10,6
Boa Vista	7,0	4,8 - 9,2	6,6	3,0 - 10,1	7,4	4,8 - 10,0
Campo Grande	5,9	4,9 - 7,0	6,1	4,4 - 7,7	5,8	4,6 - 7,0
Cuiabá	7,0	5,6 - 8,4	6,9	4,5 - 9,3	7,0	5,6 - 8,5
Curitiba	7,0	5,8 - 8,1	7,1	5,3 - 8,9	6,9	5,4 - 8,3
Florianópolis	6,1	5,1 - 7,1	5,0	3,7 - 6,4	7,1	5,6 - 8,6
Fortaleza	7,4	6,0 - 8,7	5,6	3,6 - 7,5	8,9	7,0 - 10,8
Goiânia	6,6	5,4 - 7,8	6,9	5,0 - 8,8	6,3	4,8 - 7,8
João Pessoa	6,8	5,3 - 8,4	7,2	4,3 - 10,2	6,5	5,2 - 7,8
Macapá	5,2	3,6 - 6,8	4,9	2,4 - 7,5	5,4	3,4 - 7,5
Maceió	8,2	6,5 - 9,8	7,4	4,8 - 10,0	8,8	6,7 - 10,9
Manaus	6,0	4,6 - 7,4	5,4	3,4 - 7,4	6,6	4,5 - 8,6
Natal	7,3	6,0 - 8,7	6,9	4,9 - 9,0	7,7	6,0 - 9,4
Palmas	4,7	3,4 - 6,1	4,5	2,6 - 6,5	4,9	3,1 - 6,8
Porto Alegre	8,6	7,1 - 10,0	8,4	6,0 - 10,8	8,7	6,9 - 10,5
Porto Velho	4,6	3,5 - 5,6	4,3	2,8 - 5,8	4,9	3,4 - 6,4
Recife	8,1	6,7 - 9,5	7,4	5,1 - 9,8	8,7	7,0 - 10,3
Rio Branco	4,9	3,7 - 6,1	4,1	2,5 - 5,7	5,7	3,9 - 7,4
Rio de Janeiro	8,3	7,1 - 9,6	7,5	5,6 - 9,5	9,0	7,4 - 10,7
Salvador	6,7	5,6 - 7,8	4,6	3,1 - 6,1	8,5	6,9 - 10,1
São Luís	6,4	4,9 - 7,8	6,1	3,7 - 8,5	6,6	5,0 - 8,2
São Paulo	7,9	6,7 - 9,1	7,8	5,8 - 9,7	8,0	6,5 - 9,6
Teresina	6,3	5,1 - 7,5	6,2	4,2 - 8,2	6,4	5,0 - 7,9
Vitória	6,4	5,3 - 7,5	5,1	3,6 - 6,6	7,5	6,0 - 9,0
Distrito Federal	7,7	4,9 - 10,5	10,7	5,0 - 16,4	5,1	3,6 - 6,6

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 53. Percentual* de adultos (≥ 18 anos) que referiram diagnóstico médico de diabetes no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	0,7	0,4 - 1,1	0,6	0,2 - 1,0	0,9	0,2 - 1,5
25 a 34	1,9	1,1 - 2,6	2,4	1,0 - 3,8	1,3	0,8 - 1,9
35 a 44	3,6	2,8 - 4,4	3,7	2,3 - 5,2	3,5	2,5 - 4,5
45 a 54	7,4	6,4 - 8,5	6,4	4,9 - 7,8	8,3	6,8 - 9,8
55 a 64	17,3	15,7 - 18,8	18,9	16,1 - 21,7	16,1	14,3 - 17,8
65 e mais	23,0	21,7 - 24,3	24,6	22,1 - 27,0	22,0	20,5 - 23,5
Anos de escolaridade						
0 a 8	14,8	13,6 - 15,9	13,8	11,9 - 15,8	15,6	14,2 - 16,9
9 a 11	5,4	4,9 - 5,9	4,5	3,9 - 5,2	6,1	5,4 - 6,8
12 e mais	3,5	3,0 - 3,9	4,0	3,2 - 4,9	3,0	2,5 - 3,5
Total	7,4	7,0 - 7,9	7,1	6,4 - 7,8	7,8	7,3 - 8,3

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta de cada cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tratamento medicamentoso de diabetes

Tabela 54. Percentual* de adultos com diabetes (≥ 18 anos) que referiram tratamento medicamentoso para a doença, por sexo, segundo as capitais dos estados brasileiros e o Distrito Federal. Vigitel, 2019

Capitais/DF	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Aracaju	89,5	83,5 - 95,4	95,0	90,2 - 99,8	85,2	75,9 - 94,4
Belém	90,4	84,5 - 96,3	85,6	74,5 - 96,6	94,1	88,6 - 99,7
Belo Horizonte	87,5	81,1 - 93,9	82,5	70,0 - 95,1	90,7	84,2 - 97,1
Boa Vista	90,6	83,5 - 97,6	89,1	77,9 - 100,0	91,7	82,6 - 100,0
Campo Grande	93,0	89,2 - 96,8	93,0	87,7 - 98,2	93,1	87,5 - 98,6
Cuiabá	74,1	62,6 - 85,7	67,0	47,1 - 87,0	80,6	69,7 - 91,5
Curitiba	86,9	80,5 - 93,3	85,5	75,3 - 95,6	88,1	80,1 - 96,2
Florianópolis	90,9	85,9 - 95,9	90,7	83,8 - 97,6	91,1	84,1 - 98,0
Fortaleza	83,9	75,2 - 92,6	75,7	56,2 - 95,1	88,2	80,8 - 95,6
Goiânia	84,3	75,1 - 93,5	86,7	75,9 - 97,5	82,0	67,5 - 96,5
João Pessoa	93,8	89,6 - 98,0	91,9	83,7 - 100,0	95,6	92,4 - 98,8
Macapá	80,6	65,7 - 95,5	74,5	47,1 - 100,0	85,8	73,0 - 98,6
Maceió	91,9	83,8 - 99,9	86,5	68,2 - 100,0	95,5	92,1 - 99,0
Manaus	85,1	75,0 - 95,2	72,1	52,4 - 91,9	94,8	89,7 - 100,0
Natal	85,2	77,1 - 93,3	86,8	76,5 - 97,2	83,9	72,2 - 95,7
Palmas	81,7	67,8 - 95,6	97,1	93,3 - 100,0	69,0	47,3 - 90,7
Porto Alegre	92,0	88,2 - 95,9	91,0	84,4 - 97,6	92,8	88,3 - 97,3
Porto Velho	85,0	75,5 - 94,4	81,6	64,5 - 98,6	88,3	80,5 - 96,0
Recife	88,2	80,7 - 95,7	74,8	58,5 - 91,0	97,5	95,5 - 99,6
Rio Branco	87,6	79,5 - 95,8	93,7	84,0 - 100,0	83,7	71,9 - 95,5
Rio de Janeiro	90,0	85,5 - 94,4	94,0	89,1 - 99,0	87,1	80,5 - 93,7
Salvador	91,1	85,6 - 96,6	85,8	75,0 - 96,6	93,5	87,1 - 99,9
São Luís	89,8	81,8 - 97,8	93,2	85,2 - 100,0	87,3	74,9 - 99,7
São Paulo	90,9	86,4 - 95,5	88,8	80,8 - 96,8	92,7	87,6 - 97,8
Teresina	92,7	86,4 - 99,0	90,6	77,8 - 100,0	94,3	89,5 - 99,2
Vitória	90,4	85,8 - 95,1	88,0	78,7 - 97,2	91,9	86,9 - 96,9
Distrito Federal	91,3	83,9 - 98,6	89,6	78,4 - 100,0	94,2	88,9 - 99,4

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").

IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 55. Percentual* de indivíduos com diabetes que referiram tratamento medicamentoso para a doença no conjunto da população adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, por sexo, segundo idade e anos de escolaridade. Vigitel, 2019

Variáveis	Sexo					
	Total		Masculino		Feminino	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Idade (anos)						
18 a 24	53,8	29,6 - 78,0	61,6	30,7 - 92,4	46,6	12,0 - 81,3
25 a 34	82,1	71,5 - 92,7	84,5	71,1 - 97,8	78,0	62,3 - 93,7
35 a 44	86,3	79,7 - 92,8	80,9	68,4 - 93,5	90,9	85,4 - 96,3
45 a 54	89,7	85,6 - 93,7	89,0	82,5 - 95,6	90,1	84,9 - 95,2
55 a 64	89,6	86,0 - 93,2	88,0	81,8 - 94,2	90,9	86,9 - 94,9
65 e mais	92,3	90,4 - 94,2	89,9	86,1 - 93,6	94,0	92,2 - 95,8
Anos de escolaridade						
0 a 8	89,8	87,3 - 92,3	87,5	82,9 - 92,1	91,5	88,9 - 94,1
9 a 11	88,9	86,0 - 91,9	86,2	81,5 - 90,9	90,8	86,9 - 94,6
12 e mais	88,2	84,3 - 92,2	88,6	82,5 - 94,7	87,8	82,8 - 92,8
Total	89,3	87,6 - 91,0	87,4	84,3 - 90,4	90,8	88,8 - 92,8

*Percentual ponderado para ajustar a distribuição sociodemográfica da amostra Vigitel à distribuição da população adulta da cidade projetada para o ano de 2019 (ver "Aspectos Metodológicos").
IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Fonte da Imagem: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Estimativas da variação temporal de indicadores – 2006-2019

Esta seção traz a variação dos indicadores do Vigitel no período 2006 a 2019, do conjunto da população adulta das 26 capitais e Distrito Federal. Os indicadores aqui expressos mostram tendência de variação anual ao longo do período 2006 a 2019, desde que o indicador esteja disponível pelo período mínimo de seis anos e/ou no período 2013 a 2019.

Tabela 56. Frequência anual dos indicadores do Vigitel que apresentaram variação temporal estatisticamente significativa. População adulta (≥ 18 anos), de ambos os sexos, das capitais dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal (2006-2019)

Indicadores	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
% com excesso de peso (IMC ≥ 25 kg/m ²)	42,6	43,4	44,9	45,9	48,2	48,8	51	50,8	52,5	53,9	53,8	54	55,7	55,4
% com obesidade (IMC ≥ 30 kg/m ²)	11,8	13,3	13,7	14,3	15,1	16	17,4	17,5	17,9	18,9	18,9	18,9	19,8	20,3
% com consumo recomendado de frutas e hortaliças	*	*	20	20,2	19,5	22	22,7	23,6	24,1	25,2	24,4	23,7	23,1	22,9
% com consumo regular de refrigerantes (≥ 5 dias/semana)	*	30,9	26,4	26	26,8	27,5	26	23,3	20,8	19	16,5	14,6	14,4	15
% de ativos no lazer ** *	*	*	*	30,3	30,5	31,6	33,5	33,8	35,3	37,6	37,6	37	38,1	39
% de ativos no deslocamento	10,8	10,8	11,3	17	17,9	14,8	14,2	12,1	12,3	11,9	14,4	13,4	14,4	14,1
% de insuficientemente ativos	*	*	*	*	*	*	*	49,4	48,7	47,5	45,1	46	44,1	44,8
% de inativos	*	*	*	15,9	15,3	14,9	14,9	16,2	15,4	16	13,7	13,9	13,7	13,9
% com diabetes	5,5	5,8	6,2	6,3	6,8	6,3	7,4	6,9	8	7,4	8,9	7,6	7,7	7,4

*Dado não disponível para o ano de levantamento.

Fonte: VIGITEL – Brasília, DF – 2019

Tabela 57. Indicadores do Vigitel que apresentaram variação temporal estatisticamente significativa no período, por sexo. População adulta (≥ 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal (2006-2019)

Indicadores	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
% com excesso de peso (IMC ≥ 25 kg/m ²)	Homens	47,5	48,8	49,8	50,1	52,4	53,4	54,5	54,7	56,5	57,6	57,7	57,3	57,8	57,1
	Mulheres	38,5	38,7	40,7	42,3	44,6	44,9	48,1	47,4	49,1	50,8	50,5	51,2	53,9	53,9
% com obesidade (IMC ≥ 30 kg/m ²)	Homens	11,4	13,6	13,4	13,9	14,4	15,5	16,5	17,5	17,6	18,1	18,1	19,2	18,7	19,5
	Mulheres	12,1	13,1	13,9	14,7	15,6	16,5	18,2	17,5	18,2	19,7	19,6	18,7	20,7	21
% com consumo regular de frutas e hortaliças	Mulheres	8,6	9,1	9,4	16,5	17,9	14,6	14,5	11,9	11,6	11,6	13,5	12,8	13,8	13,8
% com consumo recomendado de frutas e hortaliças	Homens	*	*	15,8	15,8	16	17,5	17,6	19,3	19,3	21	19,4	18,5	18,4	18,4
	Mulheres	*	*	23,7	23,9	22,5	25,8	27,2	27,3	28,2	28,9	28,7	28,2	27,2	26,8
% com consumo de refrigerantes em cinco ou mais dias da semana	Homens	*	35,7	30,7	29,3	30	32	29,8	26,7	23,9	22,4	19,6	17,4	17,7	18,3
	Mulheres	*	26,9	22,8	23,2	24,1	23,6	22,7	20,4	18,2	16,1	13,9	12,2	11,6	12,3
% de ativos no lazer	Homens	*	*	*	39,8	40	40,4	41,5	41,2	41,6	45,6	46,6	43,4	45,4	46,7
	Mulheres	*	*	*	22,2	22,4	24,1	26,5	27,4	30	30,8	29,9	31,5	31,8	32,4
% de ativos no deslocamento	Mulheres	8,6	9,1	9,4	16,5	17,9	14,6	14,5	11,9	11,6	11,6	12,8	13,8	13,8	
% de insuficientemente ativos	Mulheres	*	*	*	*	*	*	*	57,4	56	56,3	54,5	53,1	51,7	52,2
% de inativos	Homens	*	*	*	16,3	15,7	15,1	15,2	16,8	16,2	16	12,2	13,9	13	13,8
	Mulheres	*	*	*	15,6	14,9	14,7	14,6	15,7	14,7	16	14,9	13,9	14,2	14
% com diabetes	Homens	4,6	5,4	5,7	5,8	6,1	5,9	6,5	6,5	7,3	6,9	7,8	7,1	7,1	7,1
	Mulheres	6,3	6,2	6,7	6,7	7,4	6,6	8,1	7,2	8,7	7,8	9,9	8,1	8,1	7,8

* Dado não disponível para o ano de levantamento.

Fonte: VIGITEL – Brasília, DF – 2019