UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO NA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE

DANIELLE FREITAS SANTOS

Orientadora: Profa. Caroline Maria de Miranda Mota, DSc.

RECIFE, FEVEREIRO/2017

DANIELLE FREITAS SANTOS

MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO NA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Áreas de concentração: Gerência da Produção.

Orientador: Profa. Caroline Maria de Miranda Mota, Dsc.

RECIFE, FEVEREIRO/2017

Catalogação na fonte

Bibliotecária Valdicea Alves, CRB-4 / 1260

S237m Santos, Danielle Freitas.

Modelo multicritério de apoio à decisão na avaliação dos indicadores de risco em saúde / Danielle Freitas Santos - 2017.

123folhas, Il.; Tabs.; Abr.; Sigl. e Simb.

Orientador: Profa. Drª. Caroline Maria de Miranda Mota.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2017.

Inclui: Referências e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Indicadores de risco em saúde. 3. Tomada de decisão em saúde. 4. Modelo multicritério. I. Mota, Caroline Maria de Miranda (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2017-101

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DE

DANIELLE FREITAS SANTOS

"*MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO NA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE*"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata **DANIELLE FREITAS SANTOS**, **APROVADA .**

Recife, 21 de fevereiro de 2017.

_____

Profª. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, Doutora (UFPE)

_____

Profª. DENISE DUMKE DE MEDEIROS, Docteur (UFPE)

_____

Prof. JORGE DA SILVA CORREIA NETO, Doutor (UFRPE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a **Deus,** pelas graças concedidas ao longo de toda a minha vida. As dificuldades foram enormes, mas a força e o amor direcionados a mim só me fizeram ter a certeza de que nunca estou sozinha.

À minha mãe, **Lúcia Freitas**, por todo suporte e incentivo. Muito obrigada por contribuir para a formação do que sou hoje e me fazer acreditar que vale a pena lutar pelos meus objetivos e sonhos, por mais difíceis e distantes que estes possam parecer.

Ao meu companheiro e melhor amigo **Gabriel Marinho**, que ao longo desses anos vem me apoiando e incentivando-me na buscar da minha realização profissional. Obrigada pela cumplicidade, parceria e por todo seu amor. Ao meu irmão, **Diego Freitas**, que sempre esteve comigo em todos os momentos, nunca permitindo que eu desistisse dos meus objetivos.

Aos **Amigos de longa data**, agradeço por toda parceria, amor e companheirismo ao longo de todos esses anos. Aos **Amigos da Pós-Graduação,** que estiveram comigo, obrigada por todo o incentivo e apoio, e por fazer da longa e dura caminhada do mestrado um ambiente onde me senti acolhida e reconhecida.

A minha orientadora, professora **Caroline Mota**, por toda a ajuda oferecida e conhecimento compartilhado. Muito obrigada, por reiterar a importância do papel do professor na minha vida e por todo profissionalismo e ética com que conduz a arte de ensinar.

Aos **professores do PPGEP** por todo aprendizado ao longo do período do mestrado.

A **CAPES** pelo incentivo financeiro para realização do mestrado e condução da pesquisa.

RESUMO

A saúde é um conceito abrangente, envolvendo não apenas a ausência de doenças e o bem-estar do indivíduo, mas todo o contexto social e cultural no qual este se encontra inserido; é um valor social oriundo de condições básicas de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho e acesso aos serviços de saúde. Nesse sentido, o processo de tomada de decisão em saúde admite uma estrutura complexa, exigindo subsídios cada vez mais consistentes com as necessidades da sociedade. Sendo assim, o estudo tanto de indicadores de risco quanto de modelos de decisão em saúde pode favorecer a determinação de informações mais condizentes, assim como estimar padrões efetivos das variáveis que mais influenciam as condições de saúde da população. Dessa forma, a seguinte pesquisa objetiva a proposição de um modelo com base na abordagem multicritério que estabeleça uma avaliação da conjuntura mais favorável, em termos regionais, de indicadores de risco em saúde, de forma a possibilitar um direcionamento mais efetivo na elaboração de ações e políticas públicas de saúde, bem como viabilizar um melhor processo de tomada de decisão nesse âmbito. Assim, estabeleceu-se, a priori, a construção e validação destes indicadores de risco em saúde sob a perspectiva da prevenção, mediante a abordagem multivariada da análise fatorial (análise dos componentes principais) e da análise de regressão múltipla, respectivamente. Para tanto, utiliza como base de dados na determinação dos indicadores a PNS 2013, e para a validação estabelece uma associação dos indicadores obtidos com a perspectiva da longevidade inerente ao IDHM 2010. Ao todo seis indicadores foram estabelecidos: Índice de qualidade da infraestrutura urbana, Índice de atendimento do programa ESF, Índice de tabagismo, Índice de qualidade do consumo alimentar, Índice de alcoolismo e Índice de sedentarismo. Ambos admitiram contornos preventivos e características regionais distintas em relação ao âmbito da saúde, além disso, foram congruentes na associação em relação à longevidade, fato que evidencia a validade destes construtos. Em relação ao modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde, foi possível verificar que as regiões Sudeste e Centro-Oeste admitem uma conjuntura global mais favorável de indicadores; enquanto as regiões Norte e Nordeste apresentam os piores desempenhos globais dos indicadores de risco em saúde. Em um escopo de avaliação individual das alternativas e critérios, observou-se a prevalência de independência, em termos de preferência, entre a maioria dos critérios, assim como foi possível verificar um direcionamento mais efetivo das decisões em relação ao Índice de qualidade da infraestrutura urbana. Dessa forma, a avaliação destes indicadores de risco em saúde, seja de forma agregada ou isolada, pode favorecer um processo de tomada de decisão em saúde mais eficiente.

Palavras-chave: Indicadores de risco em saúde. Tomada de decisão em saúde. Modelo multicritério.

ABSTRACT

Health is a comprehensive concept, involving not only the absence of disease and the well-being of the individual, but also all the social and cultural context in which it is inserted; Is a social value derived from basic conditions of food, housing, education, income, environment, work and access to health services. In this sense, the decision-making process in health admits a complex structure, requiring subsidies that are increasingly consistent with the needs of society. Thus, the study of both risk indicators and health decision models can favor the determination of more appropriate information, as well as to estimate effective patterns of the variables that most influence the health conditions of the population. Thus, the following research aims at proposing a model based on the multicriteria approach that establishes an assessment of the most favorable regional conjuncture of health risk indicators, in order to allow a more effective direction in the elaboration of actions and public health policies, as well as to enable a better decision-making process in this area. Thus, the construction and validation of these health risk indicators from the perspective of prevention was established, a priori, through the multivariate approach of factorial analysis (principal components analysis) and multiple regression analysis, respectively. To do so, it uses as a database in the determination of the indicators the PNS 2013, and for the validation establishes an association of the indicators obtained with the perspective of the longevity inherent to the IDHM 2010. Altogether six indicators were established: Index of quality of the urban infrastructure, Index of the ESF program, smoking index, food consumption quality index, alcoholism index and sedentary index. Both of them admitted preventive contours and different regional characteristics in relation to the scope of health, in addition they were congruent in the association in relation to longevity, fact that evidences the validity of these constructs. In relation to the multicriteria model for the evaluation of health risk indicators, it was possible to verify that the Southeast and Center-West regions admit a more favorable global conjuncture of indicators; as the North and Northeast regions show the worst overall performance of health risk indicators. In an individual evaluation scope of the alternatives and criteria, the prevalence of independence in terms of preference was observed between most of the criteria, as well as it was possible to verify a more effective direction of the decisions in relation to the Index of quality of the urban infrastructure. Thus, the evaluation of these health risk indicators, either in an aggregate or isolated way, may favor a more efficient health decision-making process.

Keywords: Health risk indicators. Decision making in health. Multicriteria model.

.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1: Modelo de regressão múltipla 35
Equação 2.2: Grau de sobreclassificação 40
Equação 2.3: Função de preferência 41
Equação 2.4: Somatório das importâncias relativas de cada critério 41
Equação 2.5: Fluxo de sobreclassificação de saída 43
Equação 2.6: Fluxo de sobreclassificação de entrada 43
Equação 2.7: Fluxo de sobreclassificação de saída (Brans & Mareschal, 2002) 43
Equação 2.8: Fluxo de sobreclassificação de entrada (Brans & Mareschal, 2002) 43
Equação 2.9: Fluxo líquido 43
Equação 2.10: Fluxo líquido unicritério 46
Equação 3.1: Cálculo da medida KMO 54
Equação 3.2: Cálculo da medida MSA 55
Equação 3.3: Cálculo do teste de esfericidade de Bartlett 56
Equação 3.4: Cálculo da determinaçao da matriz de correlação 56
Equação 3.5: Matriz de correlação 57
Equação 3.6: Cálculo da componente principal 58
Equação 3.7: Correlação entre a componente e a variável padronizada 58
Equação 3.8: Variância explicada 58
Equação 3.9: Cálculo do indicador de risco em saúde 60
Equação 3.10: Graus de liberdade 64
Equação 3.11: Coeficiente de determinação 65
Equação 3.12: Estatística do teste F 65
Equação 3.13: Estatística do teste t para o intercepto 66
Equação 3.14: Estatística do teste t para os parâmetros 66
Equação 3.15: Modelo de regressão longevidade e indicadores de risco em saúde 67

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Compartivo entre os resultados do IDHM Longevidade e os resultados da longevidade obtidos através dos indicadores de risco em saúde 68

Figura 4.1: Procedimento para construção de um modelo de decisão 69

Figura 4.2: Organograma do Ministério da Saúde 71

Figura 4.3: Representação do desempenho global dos indicadores de risco em saúde por unidade da federação 80

Figura 4.4: Representação através do plano Gaia do desempenho individual das alternativas e critérios 82

Figura 4.5: Representação da comparação do desempenho global dos indicadores de risco em saúde mediante a análise de sensibilidade 85

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Resumo dos principais métodos multivariados 31
Tabela 2.2: Funções de preferência para o PROMETHEE 42
Tabela 3.1: Relação caso por variável 54
Tabela 3.2: Estatística KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 55
Tabela 3.3: Medidas de ajuste 62
Tabela 3.4: Variância total explicada 62
Tabela 4.1: Definição das importâncias relativas dos critérios 77
Tabela 4.2: Ranking final com base no PROMETHEE II 78

ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP – Análise dos Componentes Principais
AHP – *Analytic Hierarchy Process*
AVC – Acidente Vascular Cerebral
ELECTRE – *Elimination Et Choix Traduisant la Realité*
EPA – Efeito do Plano de Amostragem
ERP - *Enterprise Resource Planning*
ESF – Estratégia Saúde da Família
GEE – Equações de Estimação Generalizadas
HRA – *Health Risk Assessment*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM – *International Business Machines*
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KMO – *Kaiser-Meyer-Olkin*
MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*
MAUT – *Multi-Attribute Utility Theory*
MCDA – *Multi-Criteria Decision Analysis*
MSA – Measure of Sampling Adequacy
MUSA – *Multicriteria Satisfaction Analysis*
OMS – Organização Mundial de Saúde
PACS – Programa Agentes Comunitários de Saúde
PLMO – Programação Linear Multiobjetivo
PNAB – Política Nacional de Atenção Básica
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNaPS – Política Nacional de Promoção da Saúde
PNBS – Política Nacional de Saúde Bucal
PNS – Pesquisa Nacional de Saúde
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROMETHEE – *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*
SAGE – Sala de Apoio e Gestão Estratégica
SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SIPD – Sistema Integrado de Pesquisa Domiciliar
SMARTER – *Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings*
SPSS – *Statistical Package of Social Science*
SUS – Sistema Único de Saúde
UPA – Unidade Primária de Amostragem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 JUSTIFICATIVA 14
1.2 OBJETIVOS 14
1.2.1 Objetivo Geral 14
1.2.2 Objetivos Específicos 15
1.3 METODOLOGIA 15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 16

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA 18

2.1 GESTÃO, RISCO E INDICADORES EM SAÚDE 18
2.1.1 Gestão da saúde: aspectos principais 18
2.1.2 A perspectiva do risco em saúde 21
2.1.3 Indicadores em saúde 22
2.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM SAÚDE 24
2.3 TENDÊNCIAS DA PESQUISA EM SAÚDE 25
2.4 ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS 28
2.4.1 Técnicas em análise multivariada 30
2.4.2 Suposições relevantes em análise multivariada 32
2.4.3 Análise fatorial 34
2.4.4 Análise de regressão múltipla 35
2.5 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO 36
2.5.1 Método multicritério: PROMETHEE 40
2.5.1.1 PROMETHEE II 44
2.5.1.2 PROMETHEE-GAIA 45
2.5.2 Abordagem multicritério no contexto dos estudos em saúde 47

3 IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 49

3.1 PESQUISA NACIONAL DE SAÚDE 2013 49
3.2 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL 2010 50
3.3 DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 52
3.3.1.1 Aplicação do método multivariado: análise fatorial (análise dos componentes principais) 53
3.3.1.1 Adequação da base de dados 53
3.3.1.2 Validação da análise 54
3.3.1.3 Determinação dos indicadores 57
3.3.2 Determinaçao dos escores das variáveis e cálculo dos indicadores 60
3.4 INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE COM BASE NA PNS 2013 61
3.5 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 63
3.5.1 Objetivos da regressao múltipla 63
3.5.2 Tamanho da amostra e grau de liberdade 63
3.5.3 Estimação e ajuste do modelo de regressão 64
3.5.3.1 Técnica de estimação 64
3.5.3.2 Adequação as suposições de regressão 64
3.5.3.3 Significância estatística do modelo de regressão 64

3.5.4 Interpretação do modelo de regressão 66
3.6 ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE À LONGEVIDADE 66

4 MODELO MULTICRITÉRIO APLICADO A AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 69

4.1 METODOLOGIA DO MODELO MULTICRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 69
4.2 MODELO MULTICRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE 70
4.2.1 Definição do decisor e atores envolvidos 70
4.2.2 Contexto da tomada de decisão em saúde 72
4.2.3 Objetivo do modelo de decisão proposto, alternativas e critérios 75
4.2.4 Definição do espaço de ação e problemática 75
4.2.5 Modelagem de preferências do decisor 76
4.2.5.1 Avaliação intracritério e intercritério 76
4.2.6 Avaliação das alternativas 78
4.2.7 Discussão acerca do modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco em saúde 79
4.2.8 Avaliação individual do desempenho das alternativas através do PROMETHEE-GAIA 82
4.2.9 Análise de sensibilidade *84*
4.2.10 Implicações dos resultados *86*

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 88

5.1 CONCLUSÕES ACERCA DA PESQUISA 88
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 90

REFERÊNCIAS 91

APÊNDICES 108

1 INTRODUÇÃO

A saúde consiste em uma demanda fundamental tanto para a sociedade, quanto para os governos que precisam buscar alternativas que favoreçam melhorias efetivas nesse âmbito. Pitanga (2002) aborda a saúde não apenas como a ausência de doenças, mas como uma variedade de aspectos do comportamento humano voltados a um estado de completo bem-estar físico, mental e social.

Almeida Filho (2011) conceitua saúde sob a ótica de cinco perspectivas: a saúde como fenômeno, definida negativamente como a ausência de doenças e incapacidade, e positivamente como funcionalidades, demandas, necessidades; a saúde como metáfora, abrangendo um processo de construção cultural estruturante da visão de mundo da sociedade; a saúde como medida, inerente a avaliação do estado de saúde; a saúde como valor, na forma de procedimentos, serviços e atos legitimados, bem como no aspecto de direito social, serviço público, bem comum; e a saúde como práxis, como um conjunto de atos sociais de cuidado e atenção a necessidades e carências de saúde e qualidade de vida.

Depende não apenas de fatores inerentes ao próprio sistema de saúde, mas abrange um escopo amplo, envolvendo aspectos referentes a questões ambientais, educacionais, culturais, condições socioeconômicas, envelhecimento e susceptibilidade genética. Por envolver tantos fatores distintos, é importante considerar quais destes podem realmente originar maiores riscos a saúde da população, além disso, a verificação destes também é relevante para o planejamento e controle de eventuais ações em saúde que promovam melhorias sociais efetivas e para a concepção de políticas públicas que traduzam as reais necessidades da sociedade em termos de saúde. Dessa forma, o conhecimento destes aspectos possibilita uma gestão da saúde mais eficiente.

Entretanto, as pesquisas em saúde envolvendo a perspectiva do risco abrangem principalmente questões epidemiológicas e a avaliação do risco de contaminação por agentes externos, negligenciando, de certa forma a determinação de fatores ou indicadores de risco em saúde que possam estar associados às condições de saúde da população, fato que origina um imenso gargalo nas avaliações de questões relativas à saúde, bem como na efetivação de políticas públicas neste contexto.

Indicadores em saúde constituem medidas sintéticas que contêm informação valiosa sobre determinados atributos e dimensões do estado de saúde dos indivíduos, bem como do

desempenho do sistema e serviços de saúde. O uso de indicadores em saúde possibilita um apoio mais coerente à tomada de decisão relacionada à saúde, uma vez que oferece mais uma fonte de informação eficiente, promovendo decisões mais estruturadas.

Sendo assim, considerar a determinação de indicadores de risco em saúde com base na prevenção, agregando aspectos condicionantes do estado de saúde e bem estar dos indivíduos, consiste em um ponto fundamental para a evolução dos estudos em saúde, de forma que permite analisar as condições de risco aos quais os cidadãos encontram-se submetidos, bem como ponderar a influência destes indicadores na qualidade de vida da população. Logo, de posse deste panorama de indicadores de risco em saúde será possível viabilizar um processo de concepção de políticas públicas mais eficientes e que realmente atendam as exigências da sociedade, reduzindo níveis de mortalidade e morbidade e oferecendo melhorias nas condições de saúde dos indivíduos.

Neste sentido, o uso de métodos multicritério de apoio à decisão pode favorecer o estabelecimento de decisões mais estruturadas e coerentes com o contexto considerado. Um método de apoio a decisão multicritério é uma formulação metodológica ou teoria, com estrutura axiomática bem definida, que pode ser empregado na construção de modelos de decisão que visem a resolução de um problema específico (ALMEIDA, 2013). Dessa forma, métodos multicritérios podem ser bastante significativos na concepção de modelos que auxiliem o processo de tomada de decisão em saúde.

A partir disso, a pesquisa sugere a determinação de indicadores de risco em saúde em termos do escopo da prevenção em saúde, mediante a aplicação da análise multivariada de dados, mais especificamente do método de análise fatorial (análise dos componentes principais); e a validação destes indicadores através da análise de regressão múltipla, associando os indicadores obtidos à perspectiva da longevidade dos cidadãos.

Após isso, sugere-se a proposição de um procedimento, baseado na abordagem multicritério, que viabilize a avaliação de indicadores de risco associados à saúde no contexto das Regiões e Estados brasileiros, como forma de apoiar o processo de tomada de decisão e direcionar as ações públicas de saúde em detrimento às necessidades da população. De forma objetiva, através do modelo proposto será possível verificar quais unidades da Federação, e por consequência quais Regiões, admitem uma melhor conjuntura dos indicadores de risco em saúde obtidos previamente, de modo a direcionar medidas e políticas que possam viabilizar melhorias nas condições de saúde da população.

1.1 Justificativa

De acordo com a relevância da gestão da saúde pública no contexto social e governamental, é cada vez mais necessário disponibilizar subsídios coerentes que fundamentem as questões relativas a investimentos e gestão em saúde pública, uma vez que um gerenciamento eficiente desse aspecto pode ocasionar a redução efetiva de custos associados à saúde, bem como promover uma economia de recursos empregados nesse âmbito.

É preciso aprimorar as investigações em gestão da saúde no que se refere a aspectos metodológicos e de aplicação. Em relação ao ponto de vista metodológico há a necessidade de se estabelecer métodos que suportem as ações de gerenciamento e que facilitem o processo de tomada de decisão envolvendo questões relacionadas à saúde pública. No contexto de aplicação é importante expandir o foco das pesquisas nesse contexto, abrangendo não apenas a eficácia associada a tratamentos clínicos e ao desempenho do sistema de saúde, mas agregando análises relativas à indicadores de risco em saúde pública, objetivando a concepção de eventuais políticas públicas de saúde mais eficazes.

A partir da necessidade de se obter uma base mais robusta quanto às pesquisas relacionadas à gestão e avaliação de riscos associados à saúde pública, e da limitação das pesquisas associadas a este contexto que focam principalmente a gestão de serviços e de cuidados em saúde (FULOP ET AL., 2001; HUNTER & BROWN, 2007), o presente estudo visa estabelecer um panorama fundamentado de indicadores de risco em saúde que traduzam as reais condições de saúde da população. Além disso, propõe a especificação de um modelo multicritério que avalie estes indicadores de risco em saúde, de forma a obter um melhor direcionamento no processo de tomada de decisão em relação à determinação de políticas públicas de cunho médico e social e à gestão da saúde pública.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar um modelo multicritério de apoio à decisão que promova uma avaliação de indicadores de risco em saúde, visando estabelecer quais unidades da Federação e Regiões apresentam uma conjuntura global mais favorável de indicadores, de forma a auxiliar o processo de tomada de decisão relacionado às ações e políticas públicas em saúde.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar os indicadores de risco em saúde, mediante o contexto preventivo e com base nos dados da PNS 2013, através do método multivariado de análise fatorial (análise dos componentes principais);
- ✓ Validar os indicadores de risco em saúde obtidos, através do método de análise de regressão múltipla, estabelecendo uma associação destes com os dados relativos à longevidade provenientes do IDHM 2010;
- ✓ Propor um modelo de decisão com base na abordagem multicritério, visando fundamentar um cenário de quais unidades da Federação e Regiões, admitem uma conjuntura mais favorável em relação ao desempenho global destes indicadores;
- ✓ Avaliar individualmente o desempenho das alternativas e critérios.

1.3 Metodologia

A seguinte pesquisa caracteriza-se como exploratório-descritiva, de caráter qualitativo e quantitativo. A pesquisa exploratória consiste na fase inicial de uma investigação e frequentemente é associada a outros tipos de pesquisa científica. É bastante rígida no que se refere ao planejamento e conduz uma visão mais generalizada do acontecimento abordado. Já a pesquisa descritiva objetiva delinear as características fundamentais de um determinado fenômeno ou a afirmação de uma relação entre variáveis (GIL, 1994).

Para o processo de obtenção de dados, três procedimentos distintos podem ser aplicados: a pesquisa documental, a pesquisa bibliográfica e os contatos diretos, que podem abranger a pesquisa de campo ou de laboratório (LAKATOS & MARCONI, 1995). No presente estudo, optou-se pela utilização da pesquisa bibliográfica aliada à pesquisa documental.

A pesquisa baseia-se em duas fases distintas: a determinação e validação dos indicadores de risco em saúde sob a perspectiva da prevenção; e a proposição de um modelo multicritério que permita uma análise global da influência dos indicadores de risco sobre as condições de saúde da população.

Na primeira etapa, foi utilizada como base de dados, o painel da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) do ano de 2013, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que viabiliza dados e informações relevantes sobre as condições de saúde da

população brasileira. Através do software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, foi possível determinar o tratamento dos dados da pesquisa, de forma a viabilizar a aplicação da análise fatorial (análise dos componentes principais), que segundo Hair et al. (2009), consiste em uma forma de condensar a informação contida em diversas variáveis originais em um conjunto reduzido de componentes com perda mínima de informação. Ou seja, buscou-se reduzir a quantidade de variáveis consideradas em um conjunto de indicadores que traduzam fielmente as variáveis originais. Vale ressaltar ainda, a utilização do sistema de informação geográfica *ArcGis 10.2.1* na estruturação da representação cartográfica dos indicadores de risco em saúde.

Ainda neste escopo, utilizou-se os dados relativos à longevidade disponibilizados pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) referente ao ano de 2010, presente no Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil. Efetivou-se uma associação entre o índice de longevidade inerente ao IDHM e o índice obtido através dos indicadores de risco em saúde, como forma de ratificar a relevância destes indicadores no processo de tomada de decisão em saúde. Para tanto, empregou-se a análise de regressão múltipla, mediante o uso do *SPSS*, de forma a verificar o impacto dos indicadores de risco em saúde nas condições de longevidade da população, permitindo assim, a validação dos mesmos.

Num segundo momento, o estudo disponibiliza a proposição do modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde obtidos como forma de verificar que unidades da Federação e Regiões apresentam uma melhor conjuntura destes indicadores sob a perspectiva global. Para tanto, utilizou-se como base o procedimento de concepção de um modelo multicritério fundamentada por Almeida (2013), mediante o uso do software *Visual PROMETHEE 1.4.0.0* (MARESCHAL, 2011-2013) para o processo de tratamento das alternativas e critérios.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos:

O capítulo 1 diz respeito às considerações introdutórias sobre a temática trabalhada, abrange a contextualização da problemática de pesquisa e sua justificativa, assim como os objetivos do estudo e os aspectos metodológicos considerados.

O capítulo 2 aborda o referencial teórico e a revisão de literatura sobre os temas considerados na pesquisa. Destacam-se os conceitos relativos à gestão, risco e indicadores em

saúde; ao processo de tomada de decisão em saúde; à análise multivariada de dados, mais especificamente à análise fatorial (análise dos componentes principais) e à análise de regressão múltipla; e ao apoio à decisão multicritério, como forma de subsidiar uma melhor compreensão acerca do contexto apresentado.

O capítulo 3 trata da metodologia empregada para a determinação e validação dos indicadores de risco em saúde, através da aplicação da análise fatorial (análise dos componentes principais) e da análise de regressão múltipla, respectivamente; além disso, retoma os indicadores de risco em saúde obtidos, e efetua uma associação entre estes e a perspectiva da longevidade presente do IDHM 2010. Abrange também uma caracterização mais detalhada da base de dados utilizada na pesquisa.

O capítulo 4 aborda o procedimento adotado para a construção do modelo multicritério de apoio à decisão em saúde, especificando os resultados e uma síntese detalhada da simulação de aplicação do modelo, de forma a possibilitar um maior auxílio no processo de tomada de decisão em saúde e na concepção de ações e políticas públicas direcionadas as reais necessidades da população. Contém ainda uma avaliação individual das alternativas e critérios, como forma de mensurar o impacto individual destes nas condições de saúde da população.

Por fim, o capítulo 5 que abrange as considerações finais acerca do desenvolvimento da pesquisa, discute os principais pontos de análise e viabiliza sugestões para eventuais trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA

O capítulo que segue destina-se a fundamentação teórica e revisão de literatura do trabalho. Abrange primeiramente os tópicos associados à saúde, incluindo a gestão, risco, indicadores e o processo de tomada de decisão em saúde, além disso, retrata a tendência de estudos na área da saúde ao longo da literatura; abrange os aspectos associados à análise multivariada de dados, mais especificamente à análise fatorial (análise dos componentes principais) e à análise de regressão múltipla utilizadas no presente estudo; e por fim, aborda os principais aspectos relacionados à análise de decisão multicritério.

2.1. Gestão, risco e indicadores em saúde

2.1.1 Gestão da saúde: aspectos principais

A saúde é considerada fator fundamental para o desenvolvimento do indivíduo e da sociedade, por tanto é necessário promovê-la, garantindo condições de acesso adequadas, de forma a estabelecer o bem-estar social, cabendo na maioria das vezes, ao Estado ser o principal provedor do funcionamento apropriado do gerenciamento das ações públicas relacionadas à saúde.

A Organização Mundial de Saúde – OMS (2016) define a saúde como sendo "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de doenças e enfermidades", dessa forma, a saúde transcende seu valor inicial da perspectiva do indivíduo e amplia seu escopo em sociedade, passando a ser um construto coletivo, um bem social.

Tancredi et al. (1998) afirmam que a saúde é um processo social caracterizado pelas relações dos homens com o meio em que vive e com outros homens, por meio do trabalho e das relações sociais, culturais e políticas. Araújo e Xavier (2014) admitem que a concepção da saúde seja um traço cultural e que precisa considerar condições sócio-contextuais e culturais. Assim, é importante não considerar apenas a ausência de doença ou o bem estar individual como ponto central da definição de saúde, mas agregar todos os aspectos inerentes à qualidade e melhoria das condições de vida da sociedade.

Este contexto social surgiu a partir do próprio desenvolvimento da saúde, das melhorias das condições de saneamento básico; dos avanços da ciência e tecnologia disponibilizando novos medicamentos, tratamentos, aparelhos e dispositivos que beneficiaram a sociedade; e

da própria consciência individual que possibilitou a melhoria de hábitos alimentares e a redução do sedentarismo. Segundo Motta (2000), a saúde não consiste em um fundamento estático, mas, compreende a um processo dinâmico, em constante mutação.

Este cenário dinâmico incentivou o Estado a identificar a necessidade de mudança no âmbito da saúde, visando determinar uma dimensão pública comum que agregasse e beneficiasse toda a sociedade. Dessa forma, a saúde pública é uma ação coletiva do Estado e da sociedade civil para proteger e melhorar a saúde dos indivíduos e das comunidades (BRASIL, 2007). Visa garantir o acesso a cuidados de saúde de qualidade para toda a sociedade, devendo ser configurada como uma prática social interdisciplinar.

A saúde sob a perspectiva pública consiste "na ciência e na arte de promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população" (OMS, 2016). De acordo com Philippi Jr & Malheiros (2005), tais medidas precisam estar associadas a uma série de ações voltadas à resolução de todos os problemas que reflitam, direta ou indiretamente, na saúde da população, como aspectos ambientais, de saneamento básico, socioculturais, econômicos, de medicina preventiva, entre outros.

A gestão da saúde, segundo Lorenzetti et al. (2014), é definida como o conhecimento aplicado na condução do complexo das organizações de saúde, envolvendo a gerência de redes, esferas públicas de saúde, hospitais, laboratórios, clínicas e demais instituições e serviços de saúde. Compreende ao monitoramento, previsão, intervenção e controle dos fatores de risco associados à saúde. Admite um cenário de atuação amplo, envolvendo diferentes áreas da ciência, dimensões territoriais distintas, assim como características populacionais e sociais complexas.

Machado (2007) afirma que a gestão da saúde é um conceito abrangente incluindo a própria gestão das organizações ligadas à saúde, a gestão da informação e do conhecimento em saúde e a gestão clínica, envolvendo aspectos políticos, a tomada de decisão em saúde e os profissionais da área como um todo. A gestão da saúde ainda continua ancorada em métodos e estratégias tradicionais (LORENZETTI ET AL., 2014), portanto é relevante estimular a prática de novas técnicas de gerenciamento da saúde, visando maior participação e cooperação dos agentes envolvidos, interdisciplinaridade e eficiência.

Guizardi & Cavalcanti (2010) afirmam que a gestão do sistema de saúde não se constitui apenas como um caminho para construí-lo, mas, configura o próprio ambiente onde será possível conduzir todos agentes inerentes ao próprio sistema de saúde. Nesse sentido,

diversos fatores precisam ser considerados em relação ao gerenciamento da saúde: aspectos territoriais, necessidades básicas de saúde intrínsecas a cada região, disponibilidade dos serviços de saúde, características demográficas, acesso a saneamento básico, susceptibilidade genética, entre outros aspectos. Estes fatores devem ser avaliados de forma a estabelecer as prioridades básicas de saúde da população, possibilitando um suporte adequado às medidas e políticas públicas de saúde.

Ainda dentro do escopo da gestão em saúde, tem-se um contexto fundamental a ser explorado: as políticas públicas em saúde, que integram o campo de ação social do Estado orientado para a melhoria das condições de saúde da população e dos ambientes natural, social e do trabalho (LUCCHESE, 2004). Paim & Teixeira (2006) caracterizam política de saúde como a resposta social, seja em termos de ação ou omissão, de uma instituição, tendo em vista as condições de saúde dos indivíduos e da comunidade, assim como em detrimento à produção, distribuição, gerenciamento e regulação de bens e serviços associados à saúde humana e ao ambiente.

Fleury & Ouverney (2008) avaliam a política de saúde como uma política social, pois avaliam a saúde como um dos direitos fundamentais à condição de cidadania, considerando sua interação com aspectos políticos, sociais, econômicos, institucionais, estratégicos, ideológicos, culturais, dentre outros. Para Lucchese (2004) o foco principal de uma política de saúde consiste em organizar as funções públicas governamentais de modo a viabilizar ações de promoção, proteção e recuperação da saúde dos indivíduos e da coletividade. Dessa forma, a política de saúde envolve questões sobre o papel do governo e da sociedade na concepção de alternativas que favoreçam a criação de uma agenda em saúde que contemple as principais necessidades da comunidade em termos de prevenção, manutenção, promoção e acesso a serviços e condições de saúde adequadas.

No Brasil, as políticas públicas de saúde admitiram um papel significativo na viabilização das ações neste âmbito, promovendo um desenvolvimento mais efetivo do Sistema Único de Saúde (SUS), garantindo o acesso universal, a integralidade e continuidade dos serviços de saúde e o envolvimento social da comunidade. Entre as principais políticas de saúde brasileiras pode-se citar: a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB), incluindo o programa Estratégia Saúde da Família (ESF); a Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB); a Política Nacional de Promoção da Saúde (PNaPS); o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e o próprio SUS. Tais

políticas públicas de saúde não consistem no foco do presente estudo, dessa forma, para um maior aprofundamento na temática sugere-se a seguinte leitura (BRASIL, 2012; BRASIL, 2013; BRASIL, 2014; BRASIL, 2001; BRASIL, 2011).

2.1.2 A perspectiva do risco em saúde

O risco pode ser definido como "a combinação da probabilidade de um acontecimento e de suas consequências" (FERMA, 2002). Hubbard (2007) define o risco como um estado da incerteza, em que algumas possibilidades envolvem uma perda, catástrofe, ou outro resultado indesejável. Corresponde a um elemento de incerteza às expectativas, um fator que atua constantemente sobre os objetivos, metas e estratégias, influenciando não apenas o ambiente, como também originando perdas.

No âmbito da saúde, o risco está bastante associado à epidemiologia. Almeida Filho (1989) conceitua risco em saúde como a probabilidade de um membro de uma sociedade desenvolver uma dada doença em um dado período de tempo. Segundo Guilam (1996), o conceito de risco em saúde é um elemento essencial, possibilitando a esta abordagem, o estudo de doenças transmissíveis e não transmissíveis.

Para Ayres (1997), o risco está relacionado às chances probabilísticas de susceptibilidade a doenças ou enfermidades associadas a um indivíduo dentro de um grupo social, exposto a determinadas condições e agentes, e que a determinação de fatores de risco pode ser passível de investigações por meio de procedimentos estocásticos e probabilísticos. Luiz & Cohn (2006) afirmam que no escopo da saúde, o risco se torna individualizado a partir de seu autogerenciamento, onde o indivíduo com posse de informações relevantes irá adaptar seus comportamentos e hábitos, de forma a minimizar riscos e obter, dessa forma, a saúde em seu estado pleno.

O conceito de risco é estruturante, também, do âmbito da promoção à saúde auxiliando a efetivação de estratégias como as políticas públicas saudáveis e múltiplas ações que têm como objetivo contribuir para a melhoria da saúde da sociedade (NEVES & GUILAM, 2007). Czeresnia (2004), afirma que o processo de identificação e redução dos riscos inerentes à saúde da população passou a ser objetivo fundamental da gestão em saúde pública, dessa forma, a avaliação e gerenciamento de riscos torna-se ponto essencial da promoção da saúde, reordenando novas diretrizes e estratégias no escopo das intervenções em saúde.

A avaliação de risco em saúde humana consiste em “um processo de levantamento e análise de informações ambientais e de saúde mediante técnicas específicas para subsidiar a tomada de decisão e implementação, de maneira sistemática, de ações e articulação intra e inter-setorial visando à promoção e proteção da saúde, melhorando as condições sociais e de vida das populações” (OMS, 2016). Segundo Freitas (2002), a avaliação de risco associada à saúde consiste em uma importante ferramenta no que se refere ao apoio aos processos decisórios, de controle e prevenção da exposição de comunidades e indivíduos aos agentes danosos à saúde.

Freitas (2002) ainda indica que a avaliação de riscos em saúde surge como resposta a um problema social, e é implementada através de métodos quantitativos e qualitativos que visam analisar as causas e consequências das exposições ambientais aos agentes e condições nocivas como forma de determinar as estratégias de gerenciamento dos riscos. Louvar & Louvar (1998), afirmam que a avaliação de risco em saúde objetiva disponibilizar um painel científico que apoie os agentes envolvidos no processo decisório, com o intuito de resolver ou atenuar os problemas relacionados à saúde e ao meio ambiente.

2.1.3 Indicadores em saúde

De acordo com Ferreira et al. (2007) os indicadores constituem recursos metodológicos capazes de gerar medidas quantitativas ou qualitativas, com significado particular, a serem utilizadas para organizar e captar informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. Segundo Mitchell (1996), um indicador pode ser definido como uma ferramenta que admite a obtenção de informações sobre uma dada realidade. Os indicadores apontam, indicam, aproximam, traduzem em termos operacionais as dimensões sociais de interesse definidas a partir de escolhas teóricas ou políticas realizadas anteriormente (JANNUZZI, 2005).

Dessa forma, um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, e para ser configurado como um bom indicador deve conter os seguintes atributos: simplicidade de entendimento; quantificação estatística e lógica coerente; e viabilizar uma comunicação eficiente sobre o estado do fenômeno observado (MUELLER ET AL., 1997). O uso de indicadores pode potencializar significativamente as seguintes atividades: o monitoramento do desenvolvimento social; a implementação e gestão de políticas, planos, programas e projetos sintonizados com as reais necessidades da população;

o monitoramento dos processos de trabalho; a responsabilidade fiscal, conscientização pública e controle social (SESI, 2010).

No âmbito da saúde, os indicadores são definidos como medidas-síntese que contêm informação relevante sobre determinados atributos e dimensões do estado de saúde dos indivíduos, bem como do desempenho do sistema de saúde; e vistos em conjunto, devem refletir a situação sanitária de uma população e servir para a vigilância das condições de saúde (MARSHALL ET AL., 2003). Constituem medidas que definem as características de uma população em termos de saúde, permitindo uma avaliação consistente das condições de saúde dos indivíduos, bem como oferecendo suporte na tomada de decisão em saúde.

Pereira (1998) conceitua indicador de saúde como "uma medida simples de uma das dimensões do estado de saúde de uma população", assim configuram medidas que refletem a informação relevante sobre diferentes atributos e dimensões da saúde e dos fatores que a determinam, incluindo o desempenho do sistema de saúde. São parâmetros usados com o objetivo de avaliar a higidez de agregados humanos, bem como fornecer subsídios ao planejamento em saúde, permitindo o acompanhamento das flutuações e tendências históricas do padrão de saúde de diferentes coletividades consideradas à mesma época ou da mesma coletividade em diversos períodos de tempo (ROUQUAYROL, 1993).

Dessa forma, os indicadores em saúde podem agregar informações sobre morbidade, acesso e disponibilidade a serviços, qualidade da atenção básica, condições de vida e fatores ambientais que possam eventualmente influenciar as condições de saúde de uma determinada comunidade. Assim, o emprego de indicadores em saúde pode favorecer a determinação de padrões de saúde populacional, a descrição das condições de saúde e qualidade de vida de uma população, a avaliação de intervenções em saúde e o estudo epidemiológico, bem como permite um acompanhamento destes aspectos ao longo do tempo.

O processo de construção de um indicador em saúde é complexo e pode variar desde a simples contagem direta de casos de determinada doença, até o cálculo de proporções, razões, taxas ou índices mais sofisticados (RIPSA, 2008), sendo assim, é importante definir alguns parâmetros. Para a OMS (2016), esses indicadores podem subdividir-se em três grupos:

- ✓ Aqueles que tentam traduzir a saúde ou sua falta em um grupo populacional, como por exemplo, a esperança de vida ao nascer;
- ✓ Aqueles que se referem às condições do meio e que têm influência sobre a saúde, como índices associados a saneamento básico;

- ✓ Aqueles que procuram medir os recursos materiais e humanos relacionados às atividades de saúde, como por exemplo, o número de unidades básicas de saúde efetivas em dada localidade.

Laurenti et al. (1987) determinam alguns requisitos em relação a determinação e escolha de indicadores: é preciso que os dados existam e haja disponibilidade destes; as definições e procedimentos empregados para construir esses indicadores devem ser conhecidas, de modo a possibilitar comparação entre localidades diferentes ou períodos distintos; sua construção deve ser simples e de fácil interpretação; precisa abranger o maior número possível de fatores que reconhecidamente influenciam no estado de saúde; bem como, deve admitir poder discriminatório, possibilitando comparações.

Segundo Malik & Schiesari (1998) é importante se conhecer o indicador a fundo, considerando o que ele mostra, o que ele esconde e qual a sua fidedignidade. Além disso, as autoras ainda afirmam o papel relevante dos sistemas de informação no processo de construção dos indicadores, permitindo um tratamento de dados adequado visando a obtenção de um conjunto de informações otimizado.

2.2 Processo de tomada de decisão em saúde

A tomada de decisão em saúde consiste em um processo cognitivo que conduz a uma avaliação seletiva ou a uma escolha e está associada a diferentes vieses como a avaliação da gestão de serviços de saúde, as estratégias de diagnósticos clínicos e terapêuticos, ao planejamento de investimentos no setor de saúde e a concepção de ações e políticas em saúde.

Bittencourt (2014) afirma que a tomada de decisão em saúde envolve, ao menos, três grandes áreas do conhecimento associadas ao contexto: a incorporação tecnológica em saúde; os protocolos clínicos e as políticas de saúde, sendo de grande importância efetivar uma contextualização adequada entre estas três perspectivas de modo a viabilizar um processo de decisão em saúde abrangente e que esteja de acordo com as reais necessidades da população.

O processo de decisão em saúde depende da qualidade e do nível das informações disponíveis e é critico por envolver, direta ou indiretamente, as condições de saúde do indivíduo. Moraes & Soares (2016) afirmam que a decisão em saúde requer conhecimento interdisciplinar e a previsão do impacto dos benefícios ou não associados a estas decisões, de forma a mitigar possíveis efeitos negativos destas e a aprimorar as ações inerentes à saúde.

A literatura sobre tomada de decisão em saúde vem evoluindo ao longo do tempo, através da disseminação da relevância desta para os estudos em saúde. Tanaka & Tamaki (2012) abordam as características principais associadas à avaliação da gestão de serviços em saúde que podem influenciar a tomada de decisão em saúde. Santos et al. (2015) avaliam o processo de tomada de decisão em relação as prioridades de investimento em saúde, sob a perspectiva dos atores na tomada de decisão.

Em relação à tomada de decisão clínica, Roeverl & Biondi-Zoccai (2016) relatam as principais características associadas à metanálise de rede e seu potencial impacto sobre o processo de decisão na prática cardiovascular. Silva (2013) visa estabelecer aspectos do processo de tomada de decisão na prática clínica, como forma de determinar diagnósticos sistematizados, reduzir índices de erros e evitar a execução de exames e terapias inadequadas. Queiroz & Araújo (2006) focam a tomada de decisão em saúde sob a perspectiva clínica assistencial do trabalho em equipe visando procedimentos de reabilitação.

Há ainda trabalhos considerando a tomada de decisão em relação aos cuidados relativos às condições de saúde no fim da vida (LIMA ET AL., 2015); à concepção de modelos para a tomada de decisão no campo de análise da bioética clínica (BATISTA ET AL., 2014); e o uso da qualidade de vida e de medidas de utilidade como parâmetros básicos da decisão em saúde (CAMPOLINA & CICONELLI, 2006). A partir disso, pode-se identificar a relevância de um adequado processo de tomada de decisão no âmbito da saúde como forma de viabilizar um contexto decisório mais fundamentado e coerente, e que esteja apropriado as exigências e necessidades básicas de saúde da sociedade.

2.3 Tendências da pesquisa em saúde

Cada vez mais a gestão da saúde pública expande seu escopo em estudos na literatura, tendo em vista a relevância social e política que admite. Grande parte das pesquisas em gestão da saúde, até meados do século XX tinham foco no desenvolvimento de inspeções sanitárias puras e fomentaram um guia de estilo de vida que incluía o planejamento estratégico nacional e individual de saúde (FULOP ET AL., 2001; HUNTER & BROWN, 2007).

As pesquisas envolvendo saúde pública foram evoluindo ao longo dos anos, Hunter & Brown (2007) realizaram um estudo sobre os principais estudos relativos à gestão da saúde na Europa no período de 1995 a 2005, e evidenciaram que apesar da expansão e da relevância do estudo em gestão da saúde pública, grande parte das pesquisas envolvendo esta temática

estavam associadas ao gerenciamento dos serviços de saúde e aos cuidados direcionados à saúde, negligenciando o escopo mais amplo relacionado aos aspectos de gestão da saúde. As limitações em termos de investigação e o fracasso ao redirecionar os esforços em gestão da saúde já existentes foram pontos identificados nas pesquisas, além disso, os estudos encontravam-se direcionados em análises, e não em práticas empíricas.

O desenvolvimento das pesquisas em gestão em saúde pública favoreceu a sua interdisciplinaridade, bem como a disseminação de vários métodos de avaliação da gestão em saúde como a auto-avaliação da saúde e a avaliação de risco em saúde. No entanto, para que o processo de avaliação da gestão em saúde seja efetivo é preciso que haja uma base de dados acessível e consistente, que favoreça as análises e a determinação de possíveis melhorias a serem implementadas.

A auto-avaliação da saúde consiste em uma abordagem bastante subjetiva, uma vez que considera a percepção do indivíduo sobre seu próprio estado de saúde, mediante sintomas e indícios de doenças, sejam estas diagnosticadas ou não, e o real impacto desse contexto no bem-estar social, físico e mental do indivíduo; além disso, configura-se como a principal fonte de dados e informações relativas à gestão em saúde, abrangendo um escopo relevante de estudos na área. Existem trabalhos nesse âmbito associados à relevância da auto-avaliação da saúde na concepção de políticas públicas (DONG ET AL., 2015), à percepção das condições de saúde dos idosos (NUNES ET AL., 2012), ao diagnóstico de doenças (JENSEN ET AL.,2015), à questões de saúde mental (KASTELLO ET AL., 2015) e tabagismo (HENSEN ET AL., 2015; KUEHNLE & WUNDER, 2016).

A perspectiva da avaliação do risco associado à gestão em saúde também é um tema recorrente na literatura, porém tal abordagem encontra-se mais centrada na avaliação de fatores de riscos associados a doenças ou a situações de saúde especificas, como a contaminação por agentes externos. Skolbekken (1995) avalia o crescimento das pesquisas envolvendo o risco em saúde, e associa esse aumento a disseminação de disciplinas direcionadas ao risco no âmbito da saúde, o avanço tecnológico que possibilita melhores meios para quantificar o risco em saúde, a crescente preocupação com a análise e gerenciamento deste risco, assim como as preocupações relativas à promoção da saúde. Luiz & Cohn (2006) buscam sistematizar a discussão sobre avaliação de risco em saúde, focando as mudanças sociais vigentes, a noção do uso de risco no escopo da saúde e analisando a associação do conceito de risco sob a perspectiva da epidemiologia.

O conceito de avaliação de risco em saúde através da ferramenta Health Risk Assessment (HRA) proposta por Robins & Hall (1970) foi inovador nesse escopo. Essa metodologia busca quantificar os fatores de risco associados a um indivíduo por meio de uma combinação de aspectos relativos ao estilo de vida e à características clínicas obtidas por meio de exames. De acordo com Snyderman & Williams (2003), esta concepção de uma prática de medicina prospectiva, onde seria possível determinar o risco de cada indivíduo em desenvolver doenças específicas, detectar mais rapidamente possíveis sintomas, bem como prevenir ou intervir rapidamente em situações emergenciais, poderia proporcionar o máximo benefício para a sociedade.

Existe ainda a recorrente ligação da avaliação do risco em saúde em relação a incidência de doenças (GUERRA ET AL., 2005; PADOVANI ET AL., 2007; ROCHA & BARROS, 2007), ao uso de metodologias de avaliação de risco em saúde e ambiente (ASMUS ET AL., 2005; HACON ET AL., 2005; PORFÍRIO ET AL., 2014), à contaminação tóxica (GONÇALVES & LENA, 2013), à exposição a metais pesados (BIDONE ET AL., 2001; MATTOS ET AL., 2009; HOSSEINI ET AL., 2016) e componentes químicos (ASMUS ET AL., 2008; OBIRI ET AL., 2016), bem como em relação à ausência de condições sanitárias adequadas (AYACH ET AL., 2012; FREITAS & SANTOS, 2013), contaminação hospitalar (POVEDA ET AL., 2003) e contaminação alimentar (CALDAS ET AL., 2002).

Uma outra vertente da pesquisa em saúde foca os procedimentos baseados em epidemiologia, como a análise de dados longitudinais e a equação estimativa generalizada. A análise de dados longitudinais tem como característica principal o estudo de variações de comportamento, de uma mesma amostra ou grupo de amostras, ao longo de pelo menos dois instantes em um período de tempo. Têm aplicações distintas como análises demográficas, socioeconômicas, epidemiológicas, ambientais, entre outras. No contexto da saúde, há estudos longitudinais relacionados a avaliação da saúde bucal (NORO ET AL., 2015) e mental (LANDSTEDT ET AL., 2016), a verificação da redução dos níveis de tabagismo (LOPES ET AL., 2013) e a evolução da incidência de doenças (FAUSTO ET AL., 2008; DHINGRA ET AL., 2016).

Comumente o método da equação estimativa generalizada (Generalized Estimated Equations - GEE) é utilizado na pesquisa em saúde, pois visa estimar parâmetros de regressão quando se têm dados correlacionados, além disso, é ideal para avaliar a relação entre variável resposta e as variáveis preditoras dentro de um contexto populacional. Nesse âmbito, há

estudos relacionados a averiguação dos índices de mortalidade infantil (AGRANONIK, 2009), diagnóstico de doenças (FREITAS ET AL., 2015), avaliação de serviços de saúde (MANDELZWEIG ET AL., 2016) e modificações no padrão de prevalência de doenças (MAIO ET AL., 2016).

Há também os estudos que abrangem a aplicação da análise multivariada de dados no âmbito da saúde. Mais especificamente em relação à análise fatorial, verifica-se uma ampliação no escopo das pesquisas, abrangendo sua aplicação no diagnóstico e tratamento de doenças (SATO & ZOUAIN, 2012; SCATENA ET AL., 2015; BARBOSA ET AL., 2016), na avaliação do aprendizado em atenção primária em saúde (OHMAN ET AL., 2016), no processo de validação de instrumentos de coleta de dados em saúde (YAVUZ ET AL., 2016), na avaliação do sistema de saúde (GOUVEIA ET AL., 2005), na identificação de padrões alimentares (COELHO ET AL., 2015) e no auxilio a concepção de políticas públicas (DRACHLER ET AL., 2014).

No que se refere ao uso de indicadores nos estudos em saúde, contata-se um vasto escopo de aplicação, principalmente em relação ao processo de construção de indicadores em saúde (GOULART & CHIARI, 2006; KLIGERMAN ET AL., 2007; TRONCHIN ET AL., 2009). Soárez et al. (2005) relatam as principais características inerente à construção de indicadores em saúde, ressaltando sua classificação e a importância da qualidade da informação nesse âmbito. Dias et al. (2007) estabelecem um roteiro de construção de indicadores em saúde e mostram como esse processo ocorre em outros países. Há ainda trabalhos sob a perspectiva dos indicadores em saúde relacionados a decisão de investimento em saneamento básico (TEIXEIRA & HELLER, 2001), a relação entre políticas públicas e indicadores de saúde materno-infantil (SANTOS NETO ET AL., 2008) e o uso de indicadores para avaliar as condições de saúde de idosos (REBOUÇAS & PEREIRA, 2008).

2.4 Análise multivariada de dados

A análise multivariada de dados se refere a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação (HAIR ET AL, 2009). Segundo Lattin et al. (2011) configura o estudo da associação entre conjuntos de medidas. O propósito de uma análise multivariada de dados incide em mensurar, explicar e prever o grau de relacionamento entre variáveis estatísticas quando uma diversidade de dados estão relacionados.

A estatística multivariada ou análise multivariada de dados consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais várias variáveis são medidas simultaneamente, em cada elemento amostral (MINGOTI, 2005). Na maioria dos casos as variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis envolvidas, mais complexidade será inerente à análise. De acordo com Manly (2008), o aspecto principal da análise multivariada de dados consiste no fato desta considerar diversas variáveis ao mesmo tempo, sendo todas consideradas importantes, pelo menos *a priori*.

De acordo com Neto (2004), a análise multivariada de dados é definida como uma variedade de métodos e técnicas que utilizam de forma simultânea todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados. Dessa forma, a análise multivariada resume, analisa, interpreta e representa dados relativos a uma multiplicidade de variáveis, sejam estas contínuas ou não. Fávero et al. (2009) definem a análise multivariada como uma técnica para utilizada para estudar modelos em que todas as variáveis sejam aleatórias e inter-relacionadas, de modo que seus diferentes efeitos não possam ser interpretados de forma isolada.

Os métodos de análise multivariada de dados têm como objetivo otimizar a interpretação de grandes conjuntos de dados, reduzindo a complexidade inerente ao tratamento de múltiplas variáveis. Guilhermino Neto (2013) justifica o uso dos métodos multivariados pelo fato de que, quanto maior o número de variáveis consideradas, mais ineficazes são os métodos univariados, devido ao aumento da dimensionalidade dos dados e dos problemas advindos de múltiplas comparações. Nesse sentido, o desenvolvimento tecnológico favoreceu a ampliação e uso dos métodos multivariados, uma vez que possibilita a realização de cálculos e análises complexas de um número considerável de variáveis, por meio de softwares como SPSS, MINITAB, STATISTICA, R, STATA, entre outros.

Mingoti (2005) afirma que os métodos multivariados podem ser aplicados para as seguintes finalidades:

- ✓ Simplificar a interpretação de um fenômeno investigado através da construção de índices ou variáveis alternativas que reflitam as informações originais dos dados considerados;
- ✓ Construir grupos de elementos com similaridades entre si, de forma a viabilizar a segmentação do conjunto original de dados;
- ✓ Investigar e/ou predizer relações de dependência entre variáveis explicativas e variável resposta;

- ✓ Comparar população ou validar suposições por meio de testes de hipóteses.

2.4.1 Técnicas de análise multivariada

Em relação às técnicas de análise multivariada, Mingoti (2005) infere considerar a escolha do método multivariado com base em dois grupos: técnicas exploratórias de sintetização da estrutura de variabilidade dos dados e técnicas de inferência estatística. Os métodos pertencentes ao primeiro grupo admitem uma característica distinta, a independência de conhecimento da forma matemática da distribuição de probabilidade geradora dos dados amostrais, como por exemplo, a análise fatorial, a análise discriminante, a correlação canônica, entre outros. Já os métodos de inferência estatística abrangem técnicas de estimação de parâmetros, teste de hipóteses, análise de variância e regressão multivariada.

Os métodos multivariados podem ainda ser classificados em técnicas dependentes e interdependentes. Um método de dependência é definido como aquele onde uma variável ou conjunto de variáveis é identificado como a variável dependente a ser prevista ou explicada por outras variáveis denominadas independentes (HAIR ET AL., 2009). Um exemplo deste tipo de método é a regressão múltipla. Uma técnica interdependente é aquela onde nenhuma variável ou conjunto de variáveis é conhecido como sendo dependente ou independente (HAIR ET AL., 2009), pelo contrário, todas as variáveis admitem uma relação de análise simultânea, como acontece na análise fatorial.

Lattin et al. (2011) definem que é importante considerar três aspectos fundamentais antes de optar por determinado método: (i) se o método é utilizado para análise de dependência ou interdependência entre os dados; (ii) se o método tem a finalidade de exploração ou confirmação de dados; e (iii) se o método é ideal para dados métricos ou dados não-métricos. Fávero et al. (2009) admitem quatro conceitos fundamentais para definição da técnica multivariada utilizada: consideração do número de variáveis a serem analisadas, o nível de mensuração destas variáveis, o objetivo de caráter descrito ou inferencial da pesquisa e a existência de relação de dependência ou interdependência entre as variáveis. A tabela 2.1 apresenta alguns métodos multivariados e suas finalidades.

Tabela 2.1 – Resumo dos principais métodos multivariados

Método		Objetivos
Métodos de interdependência	Análise fatorial exploratória (componentes principais ou fatores comuns)	Encontrar uma forma de condensar a informação de várias variáveis originais em um conjunto menor de fatores, com a menor perda de informação possível.
	Análise fatorial confirmatória	Verificar modelos de medida conhecidos previamente.
	Análise de agrupamentos	Classificar uma amostra de indivíduos ou objetos em um número menor de grupos mutuamente excludentes, com base na similaridade entre estes.
	Escalonamento multidimensional	Transformar julgamentos de indivíduos sobre similaridade ou preferência em distâncias representadas no espaço multidimensional.
	Análise de correspondência	Usada para redução dimensional e mapeamento perceptual.
Métodos de dependência	Análise de regressão múltipla	Prever mudanças na variável dependente como resposta a mudanças nas variáveis independentes.
	Análise conjunta	Entender como os respondentes desenvolvem preferências por quaisquer tipo de objetos (produtos, serviços, ideias).
	Análise discriminante	Usar informações das variáveis independentes para que se alcance uma discriminação ou separação mais clara entre os grupos.
	Modelos lineares de probabilidade	Prever e explicar uma variável categórica binária.
	Correlação canônica	Explicar a covariação entre dois tipos de conjuntos de variáveis múltiplas.
	Análise multivariada de variância	Testar o efeito de um ou mais fatores experimentais na variável dependente.
	Modelagem de equações estruturais	Modelo de dependência com erro de medida.

2.4.2 Suposições relevantes em análise multivariada

Existem algumas suposições estatísticas, de cunho conceitual, que são de extrema relevância para o emprego das técnicas multivariadas: a normalidade multivariada, a homocedasticidade e a linearidade. A distribuição normal multivariada consiste em uma generalização da distribuição normal univariada, e assume como fundamentos principais um vetor de médias e uma matriz de covariâncias. Segundo Manly (2008) o vetor de médias abrange todos os valores médios relativos a todas as variáveis consideradas, e a matriz de covariância contém as variâncias e covariâncias para todas as variáveis, de modo a verificar o quanto todos os pares de variáveis encontram-se relacionados.

A suposição individual de normalidade para uma variável pode viabilizar a normalidade multivariada para o conjunto de variáveis consideradas. Hair et al. (2009) indicam que apesar da normalidade univariada não garantir a normalidade multivariada, se todas as variáveis atenderem a suposição de normalidade univariada, provavelmente os desvios de normalidade multivariada serão inócuos. Dessa forma, se todas as variáveis individuais admitirem normalidade, presume-se que a distribuição conjunta é normal multivariada (MANLY, 2008). Os testes mais comuns associados à verificação de normalidade são Shapiro-Wilks e Kolmogorov-Smirnov, onde ambos irão obter o nível de significância para as diferenças em relação a uma distribuição normal.

Contudo, existem casos onde a suposição de normalidade multivariada não pode ser confirmada. Geralmente, em situações onde há variáveis com distribuição assimétrica (com muitos altos ou baixos valores) ou existem muitos valores repetidos. Para situações que impliquem na não normalidade dos dados, uma alternativa é a transformação dos dados. Segundo Hair et al. (2009), a transformação de dados possibilita a correção das violações de suposição estatística relativas a métodos multivariados e permite também uma melhoria das correlações entre as variáveis. Na maioria dos casos, as transformações utilizam o cálculo de inversas, raiz quadrada, logaritmos, quadrados ou cubos.

Quando a variância dos termos de erro é constante ao longo do domínio da variável preditora temos o que se chama de homocedasticidade (HAIR ET AL., 2009). Ou seja, os erros precisam ser aleatórios, de forma que haja homogeneidade de variâncias. Lopes (2005) admite que este pressuposto é testado apenas quando o estudo compara dois ou mais grupos amostrais, caso os dados sejam não agrupados, a homogeneidade de variâncias implica que a

variabilidade nos escores de uma variável contínua é exatamente a mesma para todos os valores de outra variável contínua.

A forma mais comum de verificação do pressuposto de homocedasticidade é através dos gráficos de resíduos (erros), onde há comparações entre valores reais e valores previstos, de forma que se os valores forem distribuídos aleatoriamente, pode-se confirmar a homocedasticidade. Porém, existem testes que podem viabilizar a presença de homocedasticidade nos dados (HAIR ET AL., 2009), como o teste de Levene, o teste de Bartlett, o teste F-max, o teste Box'x M, entre outros.

A linearidade, segundo Prearo (2008), assegura características de aditividade e homogeneidade do modelo. Segundo Hair et al. (2009), a linearidade é um pressuposto de todas as técnicas multivariadas de análise baseadas em medidas de associação, desse modo é relevante considerar se as variáveis apresentam determinados níveis de linearidade. Para tanto, comumente, emprega-se a verificação de linearidade através de diagramas de dispersão.

Além de sua usabilidade ser mais simples, a linearidade depende em grande parte da subjetividade de avaliação do pesquisador, fato que pode limitar a pesquisa. Lopes (2005) afirma que uma alternativa viável a esse impasse seria o uso da avaliação de correlações bivariadas, onde os parâmetros de análise serão os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman, sendo este último uma versão adaptada e não paramétrica do 'r' de Pearson, utilizado quando existem variáveis mensuradas em escala ordinal ou quando as variáveis não atenderem ao pressuposto de normalidade (SPSS, 1999).

Há ainda outros aspectos a serem considerados como: a presença de valores discrepantes (*outliers*), que consistem em valores muito diferentes dos demais podendo causar alterações substanciais nos resultados; a ausência de erros correlacionados; a multicolinearidade e a singularidade. A multicolinearidade corresponde a presença de muitas variáveis altamente correlacionadas; já a singularidade se refere a presença de variáveis perfeitamente correlacionadas. Field (2009) afirma que é importante evitar tanto a multicolinearidade extrema quanto a singularidade, de forma a garantir um padrão de correlações aceitável.

2.4.3 Análise fatorial

A análise fatorial é uma técnica de interdependência cujo propósito principal é definir a estrutura inerente entre as variáveis na análise (HAIR ET AL., 2009). Segundo Corrar et al. (2009) consiste em uma técnica estatística multivariada que busca, por meio da avaliação de um conjunto de variáveis, a identificação de dimensões de variabilidade comuns existentes em um conjunto de fenômenos, objetivando encontrar estruturas existentes, mas que não são observáveis diretamente. Visa resumir e/ou reduzir a informação presente nas variáveis originais consideradas, em um conjunto menor de variáveis estatísticas, chamadas de fatores ou componentes.

Inclui um conjunto de técnicas estatísticas cuja finalidade é representar ou descrever um número de variáveis iniciais a partir de um menor número de variáveis hipotéticas (REIS, 2001). Lattin et al. (2011) definem a análise fatorial como método que busca a identificação de fontes subjacentes de variação comum a múltiplas variáveis, de forma a reduzi-las a um subconjunto de fatores representativos das variáveis originais. É aplicada geralmente quando se deseja avaliar construtos, variáveis não mensuráveis de forma direta.

Lee et al. (2005) afirmam que análise fatorial pode ser empregada com o intuito de viabilizar um novo conjunto de variáveis com alta correlação em relação as variáveis originais, possibilitando uma simplificação estrutural dos dados e das análises com uma perda mínima de informação. Fávero et al. (2009) definem que o propósito fundamental da análise fatorial consiste na descrição das relações de covariância entre diversas variáveis em termos de pouco e não-observáveis fatores. Singh et al. (2005) relatam que a estrutura linear reduzida do conjunto original de dados mais significativa pode ser obtida através da análise fatorial (análise dos componentes principais).

Existem dois tipos principais de análise fatorial: exploratória e confirmatória. Lattin et al. (2011), afirmam que a análise fatorial exploratória visa identificar os fatores comuns e explicar sua relação com os dados observados, dessa forma, permite que os padrões associados aos dados definam os fatores, assim é possível inferir a estrutura destes por meio da correlação entre os dados. Já a análise fatorial confirmatória permite que se inicie a avaliação com uma estrutura prévia do modelo fatorial, onde o objetivo é tratar a noção prévia do modelo de forma a verificar se é consistente ou não com o padrão de dados.

A análise fatorial exploratória é utilizada quando há pouco ou nenhum conhecimento da estrutura de dados e suas relações, e segundo Tabachnick & Fidell (2007), geralmente é aplicada na fase inicial da pesquisa, de forma a explorar um conjunto de variáveis buscando padrões de correlação. É comum o emprego de análises descritivas como forma de caracterizar a amostra, e uso de distribuições de frequência e estatísticas como média, desvio padrão e mediana para definir os casos (respondentes).

A análise fatorial confirmatória se refere a um caso especial da técnica estatística denominada modelagem de equações estruturais (ULLMAN, 2006; HAIR ET AL., 2009). É um procedimento estatístico desenvolvido para teste de hipótese em relação à estrutura de um conjunto de dados (LAROS, 2006). Assume-se que a estrutura fatorial é conhecida, e dessa forma, busca-se verificar de modo específico as particularidades desta estrutura. Hevey (2012) indica que este tipo de análise tem importância e utilidade na determinação e validação de teorias, uma vez que presume a existência de uma estrutura definida de dados.

2.4.4 Análise de regressão múltipla

A análise de regressão múltipla visa avaliar e/ou mensurar a influência de variáveis explicativas ou independentes sobre uma variável dependente (FÁVERO ET AL., 2009). Lattin et al. (2011) afirmam que a análise de regressão é uma combinação linear de variáveis independentes que corresponde o mais próximo possível à variável dependente. Seu objetivo principal consiste em usar variáveis independente cujos os valores são conhecidos para prever os valores da variável dependente estabelecida pelo pesquisador (HAIR ET AL, 2009), podendo ser definida através do seguinte modelo:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + e \qquad (2.1)$$

Onde, Y corresponde ao fenômeno a ser investigado; X_n indica as variáveis explicativas usadas no modelo; α se refere ao intercepto (constante) que representa o valor da variável dependente quando as demais variáveis independentes forem equivalentes a 0; β_n são os coeficientes angulares de cada variável explicativa considerada; e por fim, e configura o erro ou resíduo, ou seja, a diferença entre o valor observado e o valor previsto pelo modelo.

É uma técnica de dependência, logo exige a definição das variáveis em dependentes e independentes, sendo utilizada apenas em variáveis classificadas como métricas, podendo em

alguns casos ser aplicada em variáveis dicotômicas. Na regressão múltipla, cada variável independente será ponderada de forma a possibilitar a melhor previsão possível para o conjunto de variáveis independentes (HAIR ET AL, 2009). Assim, estes coeficientes de ponderação irão corresponder a influência de cada variável independente para a previsão no geral, além de facilitar o processo de interpretação dos resultados.

Através do método dos mínimos quadrados pode-se estabelecer os valores dos parâmetros e do intercepto, de modo a minimizar a soma dos quadrados dos resíduos (HAIR ET AL., 2009). Conhecidos os parâmetros e o intercepto, é importante estabelecer o poder explicativo do modelo de regressão e o nível de significância do modelo e das variáveis independentes.

O coeficiente de determinação permite testar a hipótese de que a quantia de variância explicada pelo modelo é maior que a previsão de referência, e juntamente com a estatística do teste *F*, viabiliza o poder estatístico do modelo. Já o nível de significância pode ser determinado mediante o teste *t* que representa o número de erros padrão que o parâmetro se distancia do erro.

Além disso, algumas suposições precisam ser realizadas na condução da análise de regressão múltipla (HAIR ET AL, 2009), como: a linearidade, que representa o grau em que a variação na variável dependente é associada às variáveis independentes; a homocedasticidade que encontra-se relacionada a igualdade de variância entre os termos de erro; a independência dos termos dos erro, onde presume-se que o valor previsto é independente, logo não está associado a outra previsão; e a normalidade, que configura no pressuposto mais violado em análise de regressão múltipla. O atendimento a estas suposições garante a adequação do modelo de regressão.

2.5 Apoio multicritério à decisão

De acordo com Cavalcante & Almeida (2005), o apoio multicritério à decisão consiste em um conjunto de métodos que objetivam tornar claro um problema, onde as alternativas são avaliadas por meio de múltiplos critérios conflitantes entre si. O apoio multicritério à decisão possibilita ao decisor algumas ferramentas capazes de torná-lo apto a resolver problemas que levam em consideração os mais diversos pontos de vista, muitas vezes contraditórios (VINCKE, 1992).

Almeida (2013) afirma que um problema que envolve a decisão multicritério consiste em uma situação onde pelo menos duas alternativas de ação são previstas, e a escolha de qual seja a mais adequada é dirigida pelo desejo de se atender a uma diversidade de critérios distintos, na maioria dos casos, conflitantes entre si. Segundo Gomes *et al*. (2002), a análise de decisão multicritério consiste no conjunto de técnicas que visa auxiliar um agente de decisão, seja este um indivíduo, grupo de pessoas ou gestores organizacionais, a tomar decisões acerca de um problema complexo, ponderando e escolhendo alternativas viáveis para solucioná-lo segundo diferentes critérios e pontos de vista. Auxilia a decisão em um sistema amplo de alternativas, onde os critérios relevantes precisam ser considerados simultaneamente, para que a decisão seja fundamentada em aspectos concretos que viabilizem a tomada de decisão eficaz.

De acordo com Gomes (2004), a *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) é um processo que pode ser definido como a sequência das seguintes etapas:

- ✓ Identificar os decisores;
- ✓ Definir as alternativas;
- ✓ Definir os critérios relevantes para o problema de decisão;
- ✓ Avaliar alternativas em relação aos critérios;
- ✓ Determinar a importância relativa dos critérios;
- ✓ Realizar a avaliação de cada alternativa;
- ✓ Analisar globalmente o conjunto das alternativas; e
- ✓ Elaborar as recomendações a serem seguidas.

As três primeiras etapas são conhecidas como fase de estruturação do problema de decisão, que busca identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes no processo de apoio à decisão; as quatro etapas seguintes compõem a fase de avaliação, que objetiva a aplicação de métodos multicritério para apoiar a análise das preferências e a sua agregação; e a última etapa, consiste na fase de recomendação dos cursos de ação a serem seguidos (LONGARAY ET AL., 2014).

Métodos diversificados foram desenvolvidos com a finalidade de apoiar problemas envolvendo a decisão multicritério. Estes métodos não conduzem a uma solução ideal, mas propõem uma solução que se adeque sob todos os pontos de vista restritivos do contexto analisado, da forma mais próxima e satisfatória possível (ACOLET, 2008). Segundo Gomes et al. (2011), os métodos de apoio a decisão multicritério admitem caráter científico e

subjetivo, pois agregam de forma abrangente todas as características relevantes, inclusive as não quantitativas, visando sistematizar e proporcionar mais transparência ao processo de tomada de decisão.

Uma classificação bastante recorrente encontrada na literatura para os tipos de problemas de decisão, se refere ao tipo de problemática na qual o resultado esperado é direcionado (ROY, 1996):

- ✓ Problemática de Escolha ($P\alpha$) – que busca identificar o menor subconjunto possível de um determinado espaço de ações, que compõem as alternativas compatíveis com os objetivos do decisor;
- ✓ Problemática de Classificação ($P\beta$) – admite como objetivo a alocação de cada ação em uma classe;
- ✓ Problemática de Ordenação ($P\gamma$) – tem como objetivo ordenar ações;
- ✓ Problemática de Descrição ($P\delta$) – visa apoiar a decisão através da descrição das ações e de suas consequências.

Almeida (2013) pondera ainda uma quinta problemática, denominada problemática de Portfólio, que visa escolher, do conjunto de alternativas, certo subconjunto que atenda aos objetivos, quando sujeito a determinadas restrições. O referido autor ainda aborda os métodos multicritério sob a seguinte classificação:

- ✓ Métodos Compensatórios – quando há a noção de compensação em relação a um menor desempenho de uma alternativa em dado critério por meio de um melhor desempenho desta em outro critério. Logo, pode-se inferir que este tipo de método considera os *trade-offs* entre os critérios, além disso, as constantes de escala representam uma taxa de substituição e não a ordem de importância relativa dos critérios;
- ✓ Métodos Não Compensatórios – não há a ideia de compensação entre os critérios, assim os pesos dos critérios representam apenas a ordem de importância relativa destes.

Há ainda a classificação mais comum acerca dos métodos MCDA, que abrange as seguintes categorias (ROY, 1996): (i) Métodos de critério único de síntese; (ii) Métodos de sobreclassificação; e (iii) Métodos iterativos. Os métodos interativos, de acordo com Almeida (2013), podem ser associados tanto a problemas discretos como contínuos, sendo os métodos de Programação Linear Multiobjetivo (PLMO) o principal exemplo desta classificação. São

métodos caracterizados por combinar a abordagem de tentativa e erro juntamente com a lógica MCDA.

Os métodos de critério único de síntese são métodos compensatórios que consistem em agregar diferentes perspectivas em uma função que prontamente será otimizada (SILVA ET AL., 2014). Em geral, os métodos de critério único de síntese realizam uma agregação analítica para estabelecer uma pontuação para cada alternativa e, dessa maneira, facilitar a comparação entre essas alternativas (ALMEIDA, 2013). Estes métodos acatam o princípio da transitividade (se *a* é preferível a *b* e *b* é preferível a *c*, então, *a* é preferível a *c*) e não admitem incomparabilidade, resultando em um ordenamento total das alternativas (GATNER, 2001 *apud* BOAS, 2006). Nesta abordagem, destacam-se a Teoria da Utilidade Multiatributo ou *Multi-Attribute Utility Theory*, conhecida também como MAUT (KEENEY & RAIFFA, 1976), e os métodos *Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings* - SMART (EDWARD & BARRON, 1994), *Analytic Hierarchy Process* - AHP (SAATY, 1980) e *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* - MACBETH (BANA E COSTA ET AL., 2005).

Segundo Almeida (2013), os métodos de sobreclassificação (*outranking)* são métodos não compensatórios também conhecidos por métodos de superação, prevalência ou subordinação e síntese. Roy (1996) justifica esta denominação mostrando que esse tipo de método explora a preferência do decisor através de uma relação binária, onde pode-se inferir que uma dada alternativa *a* sobreclassifica uma alternativa *b* se *a* é considerada pelo menos tão boa quanto *b* e não se tem argumentos suficientes para dizer a mesma coisa de *b* em relação a *a*. Os métodos de sobreclassificação assumem a possibilidade de incomparabilidade na estrutura de preferência do decisor, devido à incerteza e imprecisão na construção dessa estrutura (GATNER, 2001 *apud* BOAS, 2006; ALMEIDA, 2013).

De acordo com Brans & Mareschal (2002), os métodos de sobreclassificação são constituídos a partir de duas etapas fundamentais: (i) construção de uma relação de sobreclassificação, que representa a agregação de informações entre as alternativas e os critérios; e (ii) a exploração dessa relação de sobreclassificação para o apoio à decisão. Dentre as famílias dos métodos de sobreclassificação, os métodos com maior destaque são os da família PROMETHEE (BRANS & VINCKE, 1985) e os da família ELECTRE (ROY, 1996).

2.5.1 Método multicritério: PROMETHEE

Os métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*), consistem em procedimentos oriundos da escola francesa de métodos multicritério. A peculiaridade do método é a noção de critério generalizado, que tem a finalidade de captar a amplitude das diferenças entre as avaliações de cada alternativa em cada um dos critérios, dando a real dimensão de preferência pela diferença de desempenho (MORAIS et al., 2010). Para isso, o método oferece dois graus de liberdade ao decisor, que são a seleção do tipo de função de preferência e a definição dos limiares de preferência e indiferença, quando requeridos pela função escolhida (BRANS & MARESCHAL, 2002).

Produzem uma relação de sobreclassificação valorada, mediante conceitos que podem ser interpretados de forma física ou econômica, pelo decisor (ALMEIDA, 2013). Dentre os métodos de sobreclassificação, os métodos da família PROMETHEE são caracterizados por avaliar a relação de prevalência entre as alternativas e apresentar uma racionalidade não compensatória no processo de avaliação (CLEMENTE, 2015). Os métodos PROMETHEE baseiam-se inicialmente na construção de uma relação de sobreclassificação.

Em seguida, Almeida (2013) afirma que deve-se estabelecer um peso (w_j) para cada um dos critérios considerados, onde $\sum_{i=1}^{n} w_j = 1$, e através deste conjunto de pesos obtém-se o grau de sobreclassificaçao de "*a*" sobre "*b*", para cada par de alternativas.

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^{n} w_j F_j(a,b) \tag{2.2}$$

Uma função de preferência (critério generalizado) é determinada e indica a diferença $[g_i(a) - g_i(b)]$ entre o desempenho das alternativas em detrimento a cada um dos critérios analisados. A função de preferência fornece a intensidade de preferência de uma alternativa *"a"* sobre outra "*b"*, com relação a um dado critério *j*, e é dada por $F_j(a,b)$ (SILVA ET AL., 2014). Após isso, deve-se determinar o índice de preferência para cada par de alternativas, que é dado pela agregação das intensidades de preferências estabelecidas para todos os critérios, alusivo ao respectivo par de alternativas. A agregação é obtida pela seguinte função (BRANS & VINCKE, 1985):

$$F(a,b) = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{n} w_j F_j(a,b) \tag{2.3}$$

$$W = \sum_{j=1}^{n} w_j \tag{2.4}$$

onde, *n* corresponde ao número de critérios.

Almeida (2013) ainda evidencia os casos particulares envolvendo limiares de indiferença (q), preferência (p) ou os dois ao mesmo tempo, fazendo com que a função de preferência $F_j\,(a,b)$ seja determinada de outras formas, visando obedecer a estes casos. Assim, $F_j(a,b)$ admite valores entre 0 e 1, e aumenta se $[g_i(a) - g_i(b)]$ é maior ou igual a zero, caso $g_i(a) \leq g_i(b)$ (VINCKE, 1992). Dessa forma, o PROMETHEE pode admitir seis tipos de função de preferência, conforme tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Funções de preferência para o PROMETHEE.

Tipo da função	Forma de avaliação	Definição de preferência	Descrição
Função tipo 1 – Critério usual: não há parâmetro a ser definido.	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$	Há indiferença entre *a* e *b* apenas se $g_j(a) = g_j(b)$. Ou seja, qualquer diferença entre a avaliação das alternativas implica em uma preferência estrita.
Função tipo 2 – Quase critério: define-se o parâmetro *q*.	$g_i(a) - g_i(b) > q$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$	Duas alternativas são indiferentes enquanto $g_j(a) - g_j(b)$ não ultrapassar o limiar de indiferença *q*. Quando a diferença ultrapassar *q*, a preferência é estrita.
Função tipo 3 – Limiar de preferência: define-se o parâmetro *p*.	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{g_i(a) - g_i(b)}{p}$ $F(a,b) = 0$	A preferência do decisor cresce linearmente até que o limiar de preferência *p* seja alcançado. Ao atingir ultrapassar o limiar *p*, a preferência é estrita.
Função tipo 4 – Pseudo critério: definem-se os parâmetros *q* e *p*.	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0{,}5$ $F(a,b) = 0$	As duas alternativas são consideradas indiferentes até que a diferença entre o desempenho dela atinja o limiar de indiferença *q*. Após ultrapassar o limiar *q*, o grau de preferência do decisor aumenta parcialmente até o limiar de preferência *p*. Enfim, após o limiar *p* a preferência é estrita.
Função tipo 5 – Área de indiferença: definem-se os parâmetros *q* e *p*.	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{(g_i(a) - g_i(b)) - q}{p - q}$ $F(a,b) = 0$	As duas alternativas são consideradas indiferentes até que a diferença entre o desempenho dela atinja o limiar de indiferença *q*. Após ultrapassar o limiar *q*, o grau de preferência do decisor aumenta gradativamente até o limiar de preferência *p*. Enfim, após o limiar *p* a preferência é estrita.
Função tipo 6 – Critério gaussiano: O desvio padrão deve ser fixado.	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal. $F(a,b) = 0$	O desvio padrão deve ser fixado e a preferência aumenta de acordo com a distribuição normal.

Fonte: Adaptado de Brans & Mareschal (2002).

Por fim, estabelece-se a exploração da relação de sobreclassificação, através da definição de dois índices: o fluxo de sobreclassificação de saída $\phi^+(a)$ que expressa o quanto uma alternativa *a* sobreclassifica as demais, ou seja, indica a intensidade de preferência de *a* sobre todas as alternativas *b* no conjunto A; e o fluxo de sobreclassificação de entrada $\phi^-(a)$ que indica o quanto uma alternativa *a* é sobreclassificada pelas demais, logo se refere a

intensidade de preferência da alternativa *b* sobre todas as alternativas *a* no conjunto A. De acordo com Almeida (2013), quanto maior o fluxo positivo $\phi^{+}(a)$, melhor será a alternativa; e quanto menor o fluxo negativo $\Phi^{-}(a)$, melhor essa alternativa será. As equações 2.5 e 2.6 apresentam a definição de tais fluxos.

$$\Phi^{+}(a) = \sum_{a \in b} \pi(\mathrm{a}, \mathrm{b}) \tag{2.5}$$

$$\Phi^{-}(a) = \sum_{a \in b} \pi(\mathrm{b}, \mathrm{a}) \tag{2.6}$$

Há ainda uma segunda metodologia para obtenção dos fluxos de sobreclassificação elaborada por Brans & Mareschal (2002), onde a soma dos valores relacionados aos arcos de entrada ou saída do grafo de sobreclassificação é dividida por $(n-1)$, que consiste no número de alternativas comparadas a *a*. Este fato possibilita a normalização do fluxo de sobreclassificação e faz com que o mesmo seja independente da quantidade de alternativas contidas no conjunto A, variando em uma escala entre 0 e 1.

$$\Phi^{+}(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(a,b)}{n-1} \tag{2.7}$$

$$\Phi^{-}(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(b,a)}{n-1} \tag{2.8}$$

onde, *n* corresponde ao número de alternativas.

Outro conceito relevante na família PROMETHEE, corresponde ao fluxo líquido $\phi(a)$, que pode ser entendido como o desempenho real de uma alternativa em relação às demais (SILVA et al., 2014). O fluxo líquido é dado por:

$$\Phi(\boldsymbol{a}) = \Phi^{+}(\boldsymbol{a}) - \Phi^{-}(\boldsymbol{a}) \tag{2.9}$$

Se tais fluxos são normalizados, admite-se que o fluxo de sobreclassificação líquido terá valores entre -1 e 1 (ALMEIDA, 2013).

No que se refere aos métodos da família PROMETHEE, estes são categorizados em (BRANS & VINCKE, 1985; BRANS ET AL., 1986; ALMEIDA & COSTA, 2002):

- ✓ PROMETHEE I – Consiste na interseção entre duas pré-ordens e produz uma pré-ordem parcial entre as alternativas, através de três relações: preferencia (P), indiferença (I) e incomparabilidade (R), além disso, é destinada à problemática de ordenação;
- ✓ PROMETHEE II – Estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas, destinadas à problemática de ordenação;
- ✓ PROMETHEE III – Usa a ampliação da noção de indiferença, e tratamento probabilístico dos fluxos (preferência intervalar);
- ✓ PROMETHEE IV – Institui uma pré-ordem completa ou parcial, destinada à problemática de escolha e ordenação em situações onde o conjunto de soluções viáveis é contínuo;
- ✓ PROMETHEE V – Neste método, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema, para as alternativas selecionadas; incorpora-se uma filosofia de otimização inteira;
- ✓ PROMETHEE VI – Estabelece uma pré-ordem completa ou parcial; envolve problemática de escolha e ordenamento; é destinado às situações em que o decisor não consegue estabelecer um valor fixo de peso para cada critério;
- ✓ PROMETHEE GAIA – Extensão dos resultados do PROMETHEE, através de um procedimento visual e interativo.

2.5.1.1 PROMETHEE II

No método PROMETHE II uma pré-ordem completa das alternativas é conseguida por meio do uso do fluxo líquido $\phi(a)$ (Equação 2.9). De acordo Almeida (2013), a partir do fluxo líquido as alternativas são ordenadas de modo decrescente, fato que determina a pré-ordem completa, por meio das subsequentes relações de preferência:

- ✓ Preferência: aPb se $\phi(a) > \phi(b)$.
- ✓ Indiferença: aIb se $\phi(a) = \phi(b)$.

Portanto, uma alternativa *a* sobreclassifica uma alternativa *b* se, e somente se, seu fluxo líquido for maior que a desta. Por outro lado, duas alternativas são indiferentes se seus fluxos líquidos forem iguais. Almeida (2013) enfatiza que como a condição para a relação de

indiferença pode ser pouco plausível, é possível considerar que o PROMETHEE II estabelece uma ordem completa. Contudo, antes de chegar ao fluxo líquido, o método obedece às particularidades de sua família: (i) construção da relação de sobreclassificação; (ii) exploração desta relação, citadas na seção 2.5.1.

Inicialmente, os critérios são analisados buscando-se determinar a diferença entre o desempenho das alternativas em detrimento a cada critério, após isso serão definidos os pesos e funções de preferencia para cada critério considerado, se necessário incluem-se os limiares de preferência e indiferença sobre o desempenho das alternativas. A partir disso, tem-se os seis tipos de funções de preferência estabelecidas na tabela 2.2.

A construção da relação de sobreclassificação inclui a determinação do grau de sobreclassificação (Equação 2.2). A exploração da relação de sobreclassificação será dada pela pelos fluxos de saída e entrada (Equações 2.7 e 2.8). Após isso, o cálculo do fluxo líquido (Equação 2.9) disponibiliza uma pré-ordem completa.

É por meio do fluxo líquido que o PROMETHEE II poderá priorizar as alternativas. Desse modo, quanto maior for o fluxo líquido total de uma dada alternativa *a*, mais alto será seu ordenamento no ranking final, portanto espera-se que *a* seja a alternativa mais ajustada. Todas as alternativas vão sendo ordenadas de modo decrescente, de acordo com seu valor do fluxo líquido total, até que se estabeleça um ranking final.

Quanto à relevância dos pesos no PROMETHEE II, por se tratar de um método não compensatório, estes irão indicar as preferências dos decisores e agregar subsídios importantes para determinar o desempenho das alternativas no modelo. Porém, o PROMETHEE II não disponibiliza um procedimento analítico para o estabelecimento de tais pesos, presumindo a capacidade do decisor em definir estes em casos onde a quantidade de critérios é restringida e/ou não há a incidência de situações que dificultem o processo de determinação destes pelos mesmos.

2.5.1.2 PROMETHEE-GAIA

O PROMETHEE-GAIA consiste em uma extensão visual e interativa do método PROMETHEE que visa promover uma interpretação gráfica dos resultados mediante um plano onde são projetados vetores representando os critérios e pontos indicando as alternativas. O uso do Gaia na interpretação dos resultados consiste em uma das principais vantagens da aplicação dos métodos da família PROMETHEE.

De acordo com Alencar & Almeida (2010), o método Gaia fornece informações gráficas sobre os pontos conflitantes dos critérios e o impacto dos pesos na decisão final, de forma a agregar mais valor à visão do decisor sobre o problema. Dessa forma, a informação relativa a um problema com k critérios será representada em um espaço k-dimensional, logo o plano GAIA permitirá projetar os resultados de modo a obter uma perda mínima de informação.

A avaliação por meio do Gaia, segundo Brans & Mareschal (2002), é baseada na consideração do fluxo líquido unicritério $\phi_i(a)$, para cada alternativa, por meio da decomposição dos fluxos líquidos globais, conforme equação 2.10.

$$\phi_i(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{b \in A}[P_i(a,b) - P_i(b,a)] \tag{2.10}$$

A projeção dos vetores de pesos no plano Gaia correspondem a outro eixo, conhecido como eixo de decisão, que indica a direção do compromisso resultante dos pesos considerados. Qualquer alteração nos pesos irá influenciar apenas a direção do eixo de decisão, permanecendo inalteradas as posições das alternativas e critérios considerados no problema. O PROMETHEE- GAIA também permite avaliar a qualidade das alternativas em relação aos critérios.

Brans & Mareschal (2005) relatam que a análise e interpretação do plano GAIA pode ser conduzida através das seguintes considerações:

- ✓ Critérios representados por vetores mais longos no plano GAIA indicam critérios com maior variância, dessa forma, são critérios com maior influência na ordenação das alternativas caso os pesos dos critérios sejam homogêneos. Se o objetivo for modificar a ordem obtida, deve-se investir na alteração dos valores desses critérios;
- ✓ Critérios que indicam preferências similares são representados por vetores com mesma direção ou que estão orientados aproximadamente na mesma direção;
- ✓ Critérios que expressam conflitos de preferência são indicados por vetores que apresentam direções opostas;
- ✓ Critérios que não estão relacionados aos demais, em termos de preferência, são caracterizados por vetores com direções ortogonais;
- ✓ Alternativas similares são representadas por pontos localizados próximos uns dos outros;

- ✓ Alternativas que se destacam por serem boas em determinado critério são representadas por pontos localizados na direção do vetor referente ao critério em questão.

2.5.2 Abordagem multicritério no contexto dos estudos em saúde

No que concerne à associação da abordagem multicritério em relação aos estudos em saúde, observa-se que a literatura ainda encontra-se bastante limitada no que se refere a aplicação direta de métodos multicritérios em relação à indicadores de risco em saúde, evidenciando a relevância de estabelecer um paralelo entre estes dois contextos, de forma a possibilitar melhorias efetivas no processo de tomada de decisão envolvendo as políticas públicas em saúde.

Adunlin et al. (2015a) relatam que apesar da associação entre a abordagem multicritério e as questões de saúde apresentarem um crescente desenvolvimento, a tendência de aplicação dos métodos MCDA em relação aos cuidados em saúde ainda são bastante limitadas, portanto estabelecem um panorama sistemático das aplicações dos métodos MCDA no âmbito da saúde, como forma de promover um relatório sobre a tendência de pesquisa em saúde usando tais métodos. Ivlev & Landova (2014) também realizam uma revisão de literatura sobre a análise multicritério em relação aos cuidados em saúde, abrangendo ainda a perspectiva da avaliação de custos associados à saúde.

Em um contexto mais abrangente das problemáticas em saúde, Ritrovato et al. (2015) propõem a avaliação de tecnologias em saúde orientadas para o processo de tomada de decisão, para tanto utilizam o método AHP como forma de estabelecer uma abordagem estruturada e padronizada para a tomada de decisão em ambientes hospitalares. Thokala & Duenas (2012) também utilizam a abordagem multicritério associada à avaliação de tecnologias em saúde, ratificando as principais vantagens e desvantagens destas tecnologias. Kahraman et al. (2014) evidenciam o uso da metodologia multicritério aplicada a determinação dos investimentos de pesquisa em saúde, através do método Fuzzy, visando especificar os critérios intangíveis, e da aplicação da metodologia AHP para selecionar possíveis alternativas de investimento em pesquisas na área de saúde.

Lee & Kwak (2011) propõem a concepção de um modelo multicritério integrado, baseado no método AHP, para o apoio a tomada de decisão que objetiva o desenvolvimento de um sistema ERP estratégico para o planejamento dos cuidados e serviços em saúde.

Manolitzas et al. (2014) utilizam a abordagem multicritério baseada no método *Multicriteria Satisfaction Analysis* (MUSA) para avaliar o nível de satisfação entre os pacientes do setor de emergência de um hospital. Morton (2014) discute a questão da priorização dos projetos em saúde e das desigualdades neste contexto através da adoção da perspectiva multicritério.

Há também a crescente associação da abordagem multicritério no apoio a decisão clínica relativa ao diagnóstico de doenças (MIOT ET AL., 2012; COMIN NUNES ET AL., 2015; DIAZ-LEDEZMA ET AL., 2014; JOHNSON ET AL., 2014; ADUNLIN ET AL., 2015b), a definição de prioridades na gestão da saúde (DEFECHEREUX ET AL., 2012), a certificação hospitalar (LONGAREY & ENSSLIN, 2014) e a avaliação de políticas de medicamentos genéricos (KALO ET AL., 2015).

3 IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE

O presente capítulo é dedicado aos procedimentos para a determinação e validação dos indicadores de risco em saúde. A princípio, abordam-se os principais aspectos relacionados às pesquisas utilizadas como suporte e base de dados na análise: PNS 2013 e o IDHM 2010. Após isso, direciona-se ao processo de determinação dos indicadores de risco em saúde através da análise fatorial (análise dos componentes principais), além da validação destes mediante a análise de regressão múltipla.

3.1 Pesquisa Nacional de Saúde 2013

A Pesquisa Nacional de Saúde consiste em um estudo de base domiciliar, de âmbito nacional realizada pelo Ministério da Saúde em parceria com o IBGE (SZWAREWALD ET AL., 2014). De acordo com Souza Junior et al. (2015), a PNS objetiva a produção e disseminação de dados nacionais sobre a situação de saúde e os estilos de vida dos cidadãos brasileiros, bem como dados sobre atenção a saúde, abrangendo o uso e acesso a serviços de saúde, ações preventivas, cuidados e assistência em saúde.

É integrante do Sistema Integrado de Pesquisas Domiciliares (SIPD), devendo ter periocidade quinquenal. Utiliza-se de questionários estruturados para o processo de coleta de dados tradicional aliado a aferição de medidas antropométricas (pressão, altura, peso e circunferência de cintura) e a coleta de material biológico (sangue e urina). Possibilita, segundo Damascena (2015), a verificação de indicadores de desempenho do modelo de saúde brasileiro sob a perspectiva do usuário, de modo a fundamentar o processo decisório em relação à formulação, monitoramento e avaliação de políticas públicas de saúde.

A PNS divide-se em três grandes blocos de análise: (i) percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas; (ii) acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violência; e (iii) ciclos de vida. Cada bloco é composto por diversos módulos de avaliação da saúde da população, possibilitando um perfil abrangente das condições de saúde no Brasil. Dessa forma, um grande número de variáveis são avaliadas como condicionantes da saúde da população brasileira.

A população de estudo da pesquisa abrange os moradores de domicílios particulares em todo país. Em relação ao plano amostral, a PNS caracteriza-se como domiciliar e utilizou uma amostragem conglomerada em três fases: setores censitários que compreendem as unidades

primárias de amostragem (UPA), domicílios e moradores com 18 anos ou mais. As UPA's foram obtidas, por meio de estratificação, através da Amostra Mestra do Sistema Integrado de Pesquisas Domiciliares (SIPD), que corresponde à estrutura amostral do sistema (IBGE, 2014-a). Os domicílios e indivíduos respondentes foram selecionados por amostragem aleatória simples, de forma a estabelecer um número fixo de domicílios em cada UPA e determinar um respondente por domicílio selecionado.

No que se refere ao tamanho da amostra, a PNS adota uma estimação de parâmetros em diferentes níveis de desagregação geográfica, considerando a estimação de proporções com níveis de precisão desejados em intervalos de confiança de 95%; o efeito do plano de amostragem (EPA), uma vez que trata da amostragem por conglomerados em múltiplos estágios; o número de domicílios selecionados por UPA; e proporção de domicílios com indivíduos na faixa de interesse (IBGE, 2014-b). Ao todo foram investigados 81.187 domicílios, 205.546 indivíduos e 6.069 unidades primárias de amostragem (UPA).

Na literatura pode-se verificar uma ampla gama de trabalhos envolvendo o uso da PNS 2013, abrangendo temáticas como: o nível de cobertura de políticas públicas em saúde (MALTA ET AL., 2016); avaliação da prevalência e diagnóstico de doenças (MENEZES ET AL., 2015; ISER ET AL., 2015; MALTA ET AL., 2016); a análise do consumo alimentar (CLARO ET AL., 2015; JAIME ET AL., 2015); e a verificação do uso e obtenção de medicamentos (TAVARES ET AL., 2015; COSTA ET AL., 2016).

3.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a uma adaptação à realidade brasileira do Índice de Desenvolvimento Humano Global (IDH), realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD Brasil) e a Fundação Joao Pinheiro, tomando como base os dados do Censo Demográfico de 2010.

Scarpin & Slomski (2007) definem o IDH como sendo uma medida que se destina a verificar o grau de desenvolvimento de um país com base em determinados indicadores de desempenho. Segundo o PNUD (2016), o índice baseia-se no fato de que para estimar o avanço de uma população, é preciso não apenas considerar a dimensão econômica, mas outros aspectos sociais, culturais e políticas influentes na qualidade de vida humana. Dessa forma, o

IDH reúne três requisitos de grande relevância social: a oportunidade de se levar uma vida longa e saudável, ter acesso a conhecimento e deter um padrão de vida digno (IDHM, 2013).

De acordo com Angelo et al. (2009), o IDHM é uma aplicação do IDH na escala municipal e objetiva representar o quão complexo é um município em termos de desenvolvimento humano. O referido índice aborda os mesmos componentes considerados pelo IDH global (saúde, educação e renda), porém preocupa-se em adequar a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais (IDHM, 2013).

O foco central da pesquisa consiste na dimensão longevidade do IDHM que considera a esperança de vida ao nascer, ou seja, o número médio de anos que as pessoas dos Municípios, Estados e Regiões metropolitanas específicas, viveriam a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade observados em cada período (IDHM, 2013). O cálculo da dimensão longevidade se baseia em tábuas de sobrevivência padrão, por meio de informações de registros e dos Censos Demográficos, e a estimativa da longevidade precisa ser decomposta em um índice de longevidade com dimensão variando de 0 a 1. Tais dados são disponibilizados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013.

O uso do IDHM é bastante recorrente na literatura. Pereira & Mota (2016) propõem um novo enfoque para o cálculo do IDHM utilizando a abordagem multicritério ELECTRE TRI-C, como forma de atenuar o efeito compensatório do índice, além disso, obtiveram uma classificação mais condizente com as características de desenvolvimento humano. Menezes & Possamai (2016) indicam uma associação do IDHM e do Índice de Bem –Estar Urbano (IBE-U) para as regiões metropolitanas, como forma de originar uma nova abordagem, mais completa, denominada Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Urbano, de modo a promover uma melhor avaliação da realidade das regiões metropolitanas.

Há ainda a verificação da evolução do IDHM dos estados da Região Nordeste ao longo dos anos (CUNHA & FERREIRA, 2016); a associação do IDHM ao Produto Interno Bruto (PIB) (DUARTE & CAVALCANTI, 2016); a sugestão de uma metodologia para cálculo da dimensão fractal de formações urbanas com base no IDHM (COSTA, 2014); e a associação do IDHM à estatísticas de programas sociais (SOARES NETO ET AL., 2016).

3.3 Determinação dos indicadores de risco em saúde

Primeiramente, cabe ressaltar a relevância do uso de métodos multivariados, principalmente da análise fatorial (análise dos componentes principais), na concepção de indicadores das mais diversas áreas. Silva et al. (2015) utilizam a ACP como meio na construção de indicadores de desempenho no setor público. Figueiredo Filho et al. (2013) também empregam a ACP na determinação de indicadores sociais. Já Kubrusly (2001) alia a ACP e análise de agrupamentos na concepção de indicadores por meio de uma base de dados multivariada.

Existem ainda estudos abrangendo a ACP e a construção de indicadores em relação a índices de preços (MINGOTI & SILVA, 1997); a degradação ambiental (LOPES ET AL., 2005); a mensuração do desenvolvimento sustentável (SILVA ET AL., 2009); a análise do mercado de trabalho (SABOIA & KUBRUSLY, 2014); e avaliação da tomada de decisão no contexto da segurança do trabalho (SILVA & SOARES, 2010).

Na fase inicial da pesquisa foram utilizados os dados referentes a PNS 2013, abrangendo tanto a perspectiva domiciliar quanto a individual, que encontram-se disponíveis em planilhas na plataforma *online* do IBGE. Foram consideradas as variáveis relativas à proporção de domicílios ou respondentes contidas na pesquisa. Os dados encontram-se agregados por unidades da Federação.

Optou-se por utilizar apenas as variáveis inerentes a questões de prevenção em saúde, como por exemplo, variáveis sobre consumo de tabaco, prática de exercício físico, consumo alimentar de determinado tipo de alimento, etc.. Ou seja, os dados analisados podem compor condicionantes de risco que afetam a saúde e a qualidade de vida da população, seja no curto, médio ou longo prazo, sendo importante viabilizar indicadores que possam atuar no planejamento de ações preventivas nesse âmbito.

No processo de tratamento dos dados para a determinação dos indicadores foi utilizado o software *Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS). O SPSS, de acordo com a IBM (2016), constitui um conjunto integrado de produtos e ferramentas que auxilia na operacionalização dos processos analíticos como um todo, desde o planejamento e coleta de dados até a análise, relatório e implementação. A plataforma SPSS apresenta uma quantidade considerável de recursos estatísticos que vão desde tabelas de frequências e histogramas, até

sofisticadas ferramentas de análises multivariadas com alta velocidade de resposta (OLIVEIRA, 2007).

3.3.1 Aplicação do método multivariado: análise fatorial (análise dos componentes principais)

3.3.1.1 Adequação da base de dados

Antes da aplicação do método é importante que algumas questões sejam consideradas: a finalidade do método, se a pesquisa tem caráter confirmatório ou exploratório; a definição da unidade de análise, verificando se o que está em avaliação são os casos ou variáveis; o objetivo principal da análise, ou seja, se a pesquisa visa resumir ou reduzir dados; o nível de mensuração das variáveis; o tamanho da amostra e a razão entre o número de observações e a quantidade de variáveis em análise; e o padrão de correlação entre as variáveis.

Em relação à finalidade, a análise realizada no estudo assume característica *exploratória* uma vez que estabelece os indicadores e explica sua relação com o conjunto original de dados. No que concerne à especificação da unidade de análise, optou-se por priorizar a estruturação de *variáveis* que determinassem os indicadores de risco em relação à saúde. No que se refere aos objetivos principais da análise o estudo foca *a redução de dados*, uma vez que objetiva a determinação de indicadores de risco em saúde representativos, oriundos de um conjunto maior de variáveis, com a menor perda possível de informação, de modo que possa viabilizar o uso posterior.

Em relação à escolha das variáveis e das medidas, a PNS aborda em grande parte variáveis do tipo não-métrica (qualitativas), uma vez que empregam inquéritos padronizados contendo questões categorizadas como forma de facilitar para o processo de coleta de dados. Contudo, admite dados já agregados relativos a proporções que podem ser caracterizados como quantitativos (métricos), dessa forma, o presente estudo utiliza estes dados agregados sobre proporções para viabilizar os indicadores de risco em saúde.

No que se refere ao tamanho da amostra, é importante considerar sua adequação à análise, de forma a garantir a generalização dos resultados. É recomendável para que uma amostra seja apropriada que haja pelo menos uma proporção entre 5 e 10 observações (casos) por variável analisada (FIELD, 2009; HAIR ET AL., 2009). Verificou-se que em ambos os

inquéritos o tamanho da mostra encontra-se adequado à realização do procedimento (tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Relação casos por variável

Perspectiva	**Casos (respondentes)/variável**
PNS Domicílios	1888
PNS Indivíduos	4780

Outra questão relevante consiste em verificar se a matriz de correlações possui correlações suficientes para a aplicação da análise fatorial. Hair et al. (2009) sugere realizar uma inspeção visual na matriz de correlações visando identificar correlações superiores a 0,30, como forma de garantir uma estrutura de correlações efetivas entre as variáveis (apêndice C). Há ainda consideração da adequação dos dados em relação ao ajuste das suposições em análise multivariada. Não há exigência de conformidade a todas as suposições, porém apenas a confirmação de normalidade multivariada já é suficiente para condução de um estudo baseado em técnicas multivariadas (HAIR ET AL, 2009). Observou-se que a suposição de normalidade foi obedecida em toda a estrutura de dados utilizada (apêndice B).

3.3.1.2 Validação da análise

Para o processo de validação dos dados na análise dois aspectos principais devem ser avaliados: o teste de medida de adequação da amostra Kaiser-Meyer-Olkin, mais conhecido como KMO; e o teste de esfericidade de Bartlett.

O teste KMO ou critério de Kaiser-Meyer-Olkin representa a razão da correlação ao quadrado para a correlação parcial ao quadrado entre as variáveis (FIELD, 2009). Segundo Fávero et al. (2009), o teste KMO compara as correlações simples com as correlações parciais e pode ser representado pela seguinte expressão:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum {r_{ij}}^2}{\sum_{i \neq j} \sum {r_{ij}}^2 + \sum_{i \neq j} \sum {a_{ij}}^2} \tag{3.1}$$

Onde, r_{ij} corresponde ao coeficiente de correlação entre as variáveis consideradas; e a_{ij} indica o coeficiente de correlação parcial.

A correlação parcial entre duas variáveis é a correlação que existe entre elas quando todas as demais variáveis são consideradas constantes (MINGOTI, 2005). A estatística KMO

varia entre 0 e 1, dessa forma, se as correlações parciais estão próximas de zero, o índice KMO aproxima-se de 1. Field (2009) afirma que valores do teste KMO próximos de 1 mostram padrões de correlações relativamente compactos, de forma que a utilização da análise fatorial se torna adequada; já valores muito próximos de 0 exprimem uma soma de correlações parciais muito grande em relação à soma de correlações, evidenciando difusão no padrão das correlações, fato que inviabiliza o uso da análise fatorial. A tabela 3.2 apresenta os intervalos de análise da estatística KMO.

Tabela 3.2 – Estatística KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)

KMO	**Análise Fatorial**
0,9 – 1,0	Muito boa
0,8 – 0,9	Boa
0,7 – 0,8	Média
0,6 – 0,7	Razoável
0,5 – 0,6	Má
< 0,5	Inaceitável

Fonte: Adaptado de Fávero et al. (2009)

O KMO pode ser calculado tanto para um conjunto de variáveis quanto para cada variável individualmente. Para tanto, utiliza-se a medida de adequação da amostra ou *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) que possibilita a geração da matriz anti-imagem e é calculada de forma similar a estatística KMO. A matriz anti-imagem contém os valores negativos das correlações parciais e possibilita a obtenção de indícios da necessidade de eliminação de determinada variável do modelo (FÁVERO ET AL, 2009). De acordo com Field (2009), a matriz anti-imagem abrange todas as medidas de adequação da amostra para cada variável ao longo da linha diagonal da matriz, e sugere que todos estes elementos das diagonais apresentem valores acima de 0,5 para permanecerem na análise, caso contrário devem ser retirados da avaliação. A MSA é obtida a partir da formulação que segue:

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} {r_{ij}}^2}{\sum_{i \neq j} {r_{ij}}^2 + \sum_{i \neq j} {a_{ij}}^2} \tag{3.2}$$

O teste de esfericidade de Bartlett consiste em um método que viabiliza a análise da matriz de correlações e a possibilidade de adequação da aplicação da análise fatorial. Hair et al. (2009) afirmam que este teste objetiva fornecer a significância estatística de que a matriz de correlação tem correlações significativas entre pelo menos algumas das variáveis. Segundo

Lattin et al. (2011), o teste de esfericidade de Bartlett é um teste qui-quadrado aproximado com um teste estatístico que é função do determinante da matriz de correlação. Dessa forma, verifica a hipótese de que a matriz de correlações seja uma matriz identidade (FÁVERO ET AL., 2009). Matematicamente, o teste de esfericidade de Bartlett é expresso pela seguinte expressão:

$$X^2\left[\frac{(p^2-p)}{2}\right] = -\left[(n-1)-\frac{(2p+5)}{6}\right] ln|R| \tag{3.3}$$

Onde, $ln|R|$ corresponde ao logaritmo natural do determinante da matriz de correlação; $(p^2-p)/2$ indica o número de graus de liberdade associado ao teste estatístico de qui-quadrado; p é o número de variáveis consideradas; e n consiste no número de observações.

O determinante da matriz corresponde a uma medida generalizada da variância, assim pode ser obtido através do produto dos autovalores da matriz de correlação (LATTIN ET AL., 2011):

$$|R| = \prod_{j=1}^{p} \lambda_j \tag{3.4}$$

Quando as variáveis analisadas admitem independência, a matriz R aproxima-se de uma matriz identidade, acarretando um diagrama de dispersão esférico. À medida que as correlações entre as variáveis aumentam, este diagrama assume contornos mais elipsoidais e o produto dos autovalores torna-se mais próximo de zero. Assim, assume-se como hipótese nula que a matriz de correlação é igual a uma matriz identidade (H_0: $P_{pxp} = I_{pxp}$).

Para que o modelo de análise fatorial seja adequado é preciso que o teste de Bartlett rejeite a hipótese nula (MINGOTI, 2005), ou seja, que o determinante da matriz seja próximo de zero, indicando um nível elevado de correlações entre as variáveis, e consequentemente garantindo que a matriz de correlação é diferente de uma matriz identidade. Caso o valor do teste seja menor que 0,1 os dados são adequados para a análise e a hipótese nula é então rejeitada.

3.3.1.3 Determinação dos indicadores

Em relação à determinação dos indicadores dois pontos são relevantes: a seleção do método de extração e a definição dos critérios quanto ao número de indicadores a serem extraídos. O método de extração utilizado foi a análise de componentes principais (ACP). A análise dos componentes principais objetiva explicar a estrutura de variância/covariância de um vetor aleatório, composto por *p* variáveis aleatórias, através da construção de combinações lineares chamadas componentes e que não são correlacionadas entre si (MINGOTI, 2005). Field (2009) afirma que a ACP objetiva apenas estabelecer as componentes lineares existentes nos dados e como uma determinada variável pode contribuir para um dado componente.

A ACP visa tomar p variáveis $(X_1, X_2, \dots, X_p)$ e encontrar n combinações destas, de forma a produzir índices $(Y_1, Y_2, \dots, Y_p)$ que sejam não correlacionados e que descrevam a variação nos dados. A não correlação indica que os índices medem diferentes dimensões de avaliação, dessa forma, comumente Var $(Y_1) \geq$ Var $(Y_2) \geq \dots \geq$ Var (Y_p), onde Var (Y_i) indica a variância de Y_i e os índices Y correspondem as componentes principais (MANLY, 2008).

Além disso, a ACP pode ser viabilizada através da matriz de covariâncias ou da matriz de correlação. A diferença principal reside no fato de que a matriz de correlação exige que os dados sejam padronizados, ou seja, as p variáveis $(X_1, X_2, \dots, X_p)$ são codificadas para deterem médias com valores iguais a 0 e variâncias com valores iguais a 1. Dessa forma, a matriz de correlação assume a seguinte configuração: as diagonais correspondem às variâncias e $c_{ij} = c_{ji}$ consistem nas correlações entre os pares de variáveis originais X_i e X_j.

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & c_{12} & \dots & c_{1p} \\ c_{21} & 1 & \dots & c_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \tag{3.5}$$

Mingoti (2005) afirma que esta padronização é relevante quando se trata de dados com discrepâncias muito evidentes no que se refere às variâncias, discrepância esta causada pela diferença entre as unidades de medidas das variáveis. Assim, a padronização viabiliza a determinação das componentes principais por meio da matriz de correlação ρ das variáveis originais X_i, com $\mathrm{i} = 1, 2, \dots, p$. O presente estudo adota a obtenção das componentes principais via matriz de correlação por agregar variáveis com diferentes padrões de medida.

Dessa forma, seja $Z_i = \frac{X_{i-\mu_i}}{\sigma_i}$, onde $E(X_i) = \mu_i$ e $Var(X_i) = \sigma_i$, i= $1, 2, \dots, p$. A matriz ρ_{pxp} consiste na matriz de covariâncias das variáveis Z_i, assim, aplicando a ACP a esta matriz, as componentes obtidas serão combinações lineares das variáveis X_i padronizadas. Logo, a j-ésima componente principal da matriz ρ_{pxp}, j= $1, 2, \dots, p$, é definida pela seguinte expressão:

$$Y_j = a_{j1}Z_1 + a_{j2}Z_2 + \cdots + a_{jp}Z_p \tag{3.6}$$

Onde, $a_i = \left[a_{i1}\ a_{i2}\ \dots\ a_{ip}\right]'$ corresponde aos autovetores da matriz ρ_{pxp} e Z_i são as variáveis padronizadas.

É importante também considerar três aspectos relevantes no procedimento da ACP (MINGOTI, 2005):

- ✓ A variância de Y_j é igual a λ_j, j= $1, 2, \dots, p$, onde λ ($\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_p$) se refere aos autovalores da matriz ρ_{pxp}; e a covariância entre Y_j e Y_k é igual a 0 para qualquer $j \neq k$;
- ✓ A correlação entre a componente Y_j e a variável padronizada Z_i é dada por:

$$r_{Y_j,Z_i} = r_{Y_j,X_i} = a_{ji}\sqrt{\lambda_j} \tag{3.7}$$

Assim, as variáveis Z_i que obtiverem os maiores coeficientes na componente principal Y_j serão mais correlacionadas com esta.

- ✓ A variância total do vetor aleatório $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_p)'$ é igual ao traço (soma dos elementos da diagonal da matriz) da matriz ρ_{pxp}, que é equivalente ao valor p, ou seja, o número de variáveis medidas em cada elemento amostral. Desse modo, a proporção da variância total explicada pela j-ésima componente principal é igual a:

$$\frac{\lambda_j}{p} \tag{3.8}$$

Vale ressaltar que os coeficientes obtidos através da ACP pela matriz de correlação são distintos dos valores obtidos através da matriz de covariâncias. Mingoti (2005) afirma que em relação a variância total explicada, o uso da matriz de correlação ρ_{pxp} exige um número

maior de componentes para explicar a mesma quantidade de variância total alcançada pela ACP através da matriz de covariância.

Em relação à definição de critérios na determinação do número de indicadores a serem extraídos, a análise dos componentes principais busca viabilizar a melhor combinação linear possível de variáveis em relação a cada indicador. Ou seja, o primeiro indicador admite a melhor síntese das relações lineares obtidas nos dados, o segundo indicador consiste na segunda melhor combinação linear de variáveis e deve ser ortogonal ao primeiro, e assim sucessivamente para os demais indicadores.

A quantidade de fatores (indicadores) a serem extraídos deve seguir um ajuste teórico e empírico, contrapondo o bom senso do pesquisador, os objetivos da pesquisa e algumas alternativas teóricas sobre o número de fatores a extrair. Alguns critérios de parada são definidos por diversos autores (FÁVERO ET AL, 2009; HAIR ET AL., 2009; LATTIN ET AL., 2011), os principais são:

- ✓ *Critério da raiz latente*, onde qualquer fator individual deve explicar a variância de pelo menos uma variável se o mesmo há de ser mantido para interpretação. Na análise dos componentes principais, apenas fatores com autovalores (raízes latentes) maiores que 1 são significativos, os demais são descartados. Além disso, é a técnica mais utilizada e tem simples aplicação;
- ✓ *Critério a priori*, onde o pesquisador já sabe quantos fatores extrair antes de começar a análise fatorial. Geralmente, é definido no software estatístico o momento de parada;
- ✓ *Critério de percentagem de variância*, onde o percentual cumulativo especificado da variância total extraída por fatores sucessivos permite garantir significância prática para os fatores determinados, de modo que estes expliquem pelo menos parte da variância. Admite-se para uma solução eficiente uma explicação de ao menos 60% da variância total;
- ✓ *Critério* do teste *scree*, que visa identificar o número ótimo de fatores que podem ser extraídos antes que a quantia de variância específica domine a estrutura de variância comum. Por meio do gráfico das raízes latentes é possível verificar o ponto de corte na curva, mas especificamente quando a curva assumir contornos mais lineares. Além disso, o teste *scree* possibilita verificar que a variância específica é maior nos últimos fatores;

- ✓ *Heterogeneidade dos respondentes*, possibilita verificar se a variância compartilhada se estende ao longo de toda amostra. Caso a amostra seja heterogênea, os primeiros fatores representam as variáveis mais homogêneas da amostra.

É comum que se utilize mais de uma alternativa de critério de parada para a determinação do número de fatores a extrair, dessa forma, o estudo agregou o c*ritério a priori* e a *porcentagem de variância explicada*, como forma de obter uma maior robustez no processo de obtenção dos indicadores. Além disso, como foi especificada a quantidade de componentes a serem extraídas a priori não foi utilizado o processo de rotação dos fatores.

3.3.2 Determinação dos escores das variáveis e cálculo dos indicadores

A redução do conjunto de variáveis para cada indicador possibilitou a especificação dos coeficientes dos escores (pesos) para cada variável na formação do indicador, que foram decisivos na mensuração final destes. Esses coeficientes foram disponibilizados através da matriz dos coeficientes dos escores. A matriz dos coeficientes dos escores dos componentes fornece os escores fatoriais para cada fator (componente), ou seja, traduz a contribuição de cada variável utilizada para a formação deste.

As ponderações das variáveis serão os coeficientes dos escores dos indicadores, isto é, seu autovetor dividido pela raiz quadrada do autovalor correspondente. Assim, cada escore associado ao valor inicial da variável estabelece uma medida ponderada para esta variável. A partir disso, foi possível determinar a mensuração do indicador para mediante o somatório da contribuição de cada variável relativa ao indicador. Desse modo, o valor de cada indicador pode ser definido pela expressão:

$$I_j = \sum_i w_i \, X_{ij} \tag{3.9}$$

Onde, w_i corresponde aos coeficientes dos escores de cada variável X_{ij}, e indica a contribuição da variável na construção do índice; e X_{ij} corresponde ao valor da i-ésima variável observada para o j-ésimo objeto, ou seja, corresponde ao valor da variável para cada unidade da Federação.

3.4 Indicadores de risco em saúde com base na PNS 2013

A definição dos indicadores de risco em saúde foi estabelecida através da perspectiva da prevenção, seja está associada à incidência de eventuais doenças ou situações desfavoráveis no curto, médio e longo prazo para as condições de saúde da população. Dessa forma, optou-se por considerar na análise apenas as variáveis que indicam questões de cunho preventivo em relação às condições de saúde, ocorrência de doenças e a qualidade de vida da população. Ao todo, utilizou-se 43 variáveis divididas entre os seis indicadores de risco em saúde (apêndice A). Os indicadores de risco em saúde obtidos foram os seguintes:

- ✓ *Índice de qualidade da infraestrutura urbana*, abrangendo os principais aspectos relativos à rede de abastecimento de água, destinação do lixo e acesso a rede de esgotamento sanitário;
- ✓ *Índice de atendimento do programa ESF*, relacionadas ao trabalho dos profissionais do programa Estratégia de Saúde da Família no contexto das cidades, assim como a disponibilidade de cadastramento do programa;
- ✓ *Índice de ocorrência de tabagismo*, abrangendo a incidência do consumo de produtos derivados do tabaco;
- ✓ *Índice de qualidade do consumo alimentar*, referente a adequação da alimentação e a incidência de consumo de alimentos com alta carga calórica;
- ✓ *Índice de alcoolismo*, referente a incidência do consumo excessivo de substâncias alcoólicas; e o
- ✓ *Índice de sedentarismo*, especificando a ocorrência de atividades destinadas à prática de exercícios físicos, bem como a insuficiência de atividade física.

Os indicadores de risco em saúde obtidos podem ser classificados como descritivos, pois atuam como uma estimativa do contexto social que varia de acordo com o período avaliado e o espaço estudado. Além disso, são indicadores objetivos, uma vez que foram especificados com base em estatísticas públicas conhecidas.

Em relação à aplicação do procedimento de análise dos componentes principais para a determinação das medidas dos indicadores, primeiramente observou-se os resultados referentes as medidas de ajuste. Os valores relativos à medida de adequação da amostra (MSA), presentes nas matrizes anti-imagem, foram verificados e todas as variáveis que

apresentaram esta medida com índice abaixo do limite de especificação de 0,5 foram retiradas da análise, assim como as variáveis com comunalidades menores que 0,5.

Os valores obtidos do índice KMO variaram entre um bom e regular padrão de adequações, porém cabe ressaltar a medida do *Índice de alcoolismo* que obteve um valor KMO igual a 0,500, ou seja, no limite mínimo exigido para o emprego do método multivariado utilizado. De toda forma, essa observação não inviabiliza o uso da análise dos componentes principais. Além disso, os valores relativos ao teste de esfericidade de Bartlett foram considerados satisfatórios para todos os indicadores (tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Medidas de ajuste

	Indicador	**KMO**	**Bartlett's Test**
I1	Índice de qualidade da infraestrutura urbana	0,703	0,000
I2	Índice de atendimento do programa ESF	0,728	0,000
I3	Índice de ocorrência de tabagismo	0,822	0,000
I4	Índice de qualidade do consumo alimentar	0,601	0,000
I5	Índice de alcoolismo	0,500	0,000
I6	Índice de sedentarismo	0,615	0,000

No que se refere ao total de variância explicada por cada indicador, observou-se que os resultados foram significativamente satisfatórios, obtendo valores superiores a 70%, dessa forma é possível afirmar que os indicadores de risco em saúde traduzem de forma efetiva o conjunto original de variáveis utilizadas no procedimento.

Tabela 3.4 – Variância total explicada

	Indicador	**Variância explicada (%)**
I1	Índice de qualidade da infraestrutura urbana	74,927
I2	Índice de atendimento do programa ESF	88,545
I3	Índice de ocorrência de tabagismo	95,397
I4	Índice de qualidade do consumo alimentar	81,035
I5	Índice de alcoolismo	99,321
I6	Índice de sedentarismo	79,212

Após a verificação das medidas de ajuste e da variância explicada, foram obtidos os coeficientes dos escores que irão determinar a contribuição de cada variável analisada para a construção dos indicadores. De posse dos coeficientes, obteve-se o somatório das combinações lineares das variáveis, indicando o valor relativo a cada indicador definido por

unidade da Federação. Este procedimento foi realizado para cada indicador individualmente e os resultados estão presentes no apêndice D.

3.5 Validação dos indicadores de risco em saúde

O estudo emprega ainda a análise de regressão múltipla como instrumento de validação dos resultados relativos aos indicadores de risco em saúde obtidos, e nesse processo assume as seguintes etapas.

3.5.1 Objetivos da regressão múltipla

Nesta etapa, segundo Hair et al. (2009), inclui-se a adequação do método ao problema e a seleção das variáveis. Em relação à adequação ao problema, a regressão múltipla pode admitir um caráter de previsão ou explicação. A previsão está associada a quanto uma variável estatística de regressão (modelo) pode prever da variável dependente; enquanto a explicação foca na análise dos coeficientes de regressão para cada variável independente. O referido autor cita que ambas as perspectivas são não mutuamente excludentes, logo o estudo admite o uso tanto da *previsão* quanto da *explicação*.

Quanto a seleção das variáveis, admitiu-se como variável dependente a *longevidade* com base nos valores obtidos pelo IDHM 2010 para cada unidade da Federação. Já as variáveis independentes foram definidas como os *indicadores de risco em saúde* obtidos previamente pela análise fatorial (análise dos componentes principais).

3.5.2 Tamanho da amostra e grau de liberdade

A análise de regressão múltipla permite uma maior flexibilidade e adaptabilidade em relação ao tamanho da mostra, mantendo níveis aceitáveis de poder estatístico e significância nos mais diversos tamanhos de amostra possíveis. No estudo, a amostra em relação à regressão múltipla, admite 27 elementos, ou seja, as 27 unidades da Federação.

No que abrange o grau de liberdade (Equação 3.10), espera-se que quanto maior este for mais generalizado será o resultado, assim é importante garantir uma melhor precisão preditiva com o maior número de graus de liberdade possível. Na pesquisa obteve-se um grau de liberdade de 20.

$$Grau\ de\ liberdade\ = tamanho\ da\ amostra\ (n) - n°\ de\ parâmetros\ estimados(k) \quad (3.10)$$

3.5.3 Estimação e ajuste do modelo de regressão

3.5.3.1 Técnica de estimação

Existem três técnicas principais de estimação do modelo de regressão (HAIR ET AL., 2009): a especificação confirmatória, onde o próprio pesquisador define completamente o conjunto de variáveis a serem incluídas na análise; o método de busca sequencial, que apesar da promover uma maximização da precisão preditiva, consiste em uma abordagem automatizada, excluindo quase que por completo o papel do pesquisador na especificação do modelo; e a abordagem combinatória, que considera a inclusão de todos os subconjuntos possíveis no modelo, porém reduz o papel do pesquisador na determinação do modelo final.

A partir disso, optou-se por utilizar a *especificação confirmatória*, considerando assim todos os indicadores de risco em saúde obtidos como variáveis independentes a serem avaliadas no modelo de regressão, de forma a verificar o impacto destes na longevidade da população.

3.5.3.2 Adequação as suposições de regressão

Nesta etapa é preciso considerar as quatro exigências de suposição em análise de regressão múltipla: linearidade, variância constante do termo de erro (homocedasticidade), independência dos termos de erro e normalidade. A linearidade, homocedasticidade e independência dos termos de erro foram verificadas através do *gráfico de resíduo*s que verifica a possível distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero; enquanto a normalidade foi constatada mediante o *gráfico de probabilidade normal* que compara o resíduo padronizado à distribuição normal.

3.5.3.3 Significância estatística do modelo de regressão

Primeiramente, estabeleceu-se a especificação do poder estatístico através do *coeficiente de determinação* (R^2). Este pode ser definido como a proporção da variação amostral da variável dependente explicada pelas variáveis independentes, e configura uma medida do grau de ajuste (WOOLDRIDGE, 2003). Logo, o R^2 indica a capacidade explicativa do modelo, ou

seja, o quanto as variáveis X_n conseguem explicar as variações em Y, conforme equação 2.1., e é dado a partir da seguinte formulação:

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}} \right) \tag{3.11}$$

Onde, n corresponde ao tamanho da amostra; X_i são as variáveis independentes observadas; $\bar{X}$ é a média das variáveis independentes; Y_i se refere a variável dependente observada; $\bar{Y}$ é a média da variável dependente. O R^2 também pode ser dado pelo quociente entre a soma dos quadrados da regressão e a soma dos quadrados totais.

O coeficiente de determinação deve variar entre 0 e 1, sendo quanto mais próximo de 1 melhor o ajuste do modelo, além disso, à medida que os erros de regressão vão sendo minimizados, o valor de R^2 tende a aumentar (KENNEDY, 2003). Como se trata da especificação de apenas um modelo de regressão e não haverá comparações do mesmo modelo com diferentes tamanhos de amostra, a análise do R^2 ajustado não será necessária no estudo.

Após isso, há a verificação da significância do modelo e das variáveis explicativas. Em relação a significância estatística do modelo, utiliza-se o teste *F*, que permite uma verificação inicial do modelo, sob as seguintes hipóteses: H_0: $\beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k = 0$ e H_1: Existe pelo menos um $\beta_i \neq 0$. Dessa forma, se todos os β forem equivalentes a 0, não haverá influência das variáveis independentes sobre a variável dependente, ou seja, é preciso rejeitar H_0 para dar continuidade a condução do procedimento. O teste *F* é dado pela seguinte equação:

$$F = \frac{\frac{R^2}{(k-1)}}{\frac{1-R^2}{(n-k)}} \tag{3.12}$$

Onde, n indica o tamanho da amostra; k correposnde ao número de parâmetros da regressão; $(k-1)$ e $(n-k)$ compreendem aos ajustes dos graus de liberdade da distribuição *F*. Assim, o teste *F* permite uma avaliação conjunta das variáveis independentes do modelo.

A verificação da significância dos parâmetros ou coeficientes inerentes às variáveis independentes e ao intercepto é viabilizada pelo teste *t*, que se fundamenta nas referidas

hipóteses, respectivamente: H_0: $\beta_i = 0$ e H_1: $\beta_i \neq 0$; H_0: $\alpha = 0$ e H_1: $\alpha \neq 0$. A estatística do teste t é dada pelas equações que seguem:

$$t_\alpha = \frac{\alpha}{e(\alpha)} \tag{3.13}$$

$$t_{\beta_i} = \frac{\beta_i}{e(\beta_i)} \tag{3.14}$$

Onde, α corresponde ao intercepto do modelo; β_i são os parâmetros ou coeficientes do modelo; $e(\alpha)$ e $e(\beta_i)$ indicam o erro padrão associado ao intercepto e aos parâmetros, respectivamente. Para o contexto do estudo admitiu-se um nível de confiança de 95%, assim têm-se os seguintes parâmetros de decisão:

- ✓ Se o teste *F* < 0,05, então há pelo menos um $\beta_i \neq 0$;
- ✓ Se o teste *t* < 0,05, para o intercepto, então há pelo menos um $\alpha \neq 0$;
- ✓ Se o teste *t* < 0,05, para os coeficientes, então há pelo menos um $\beta_i \neq 0$.

3.5.4 Interpretação do modelo de regressão

O processo de interpretação do modelo de regressão também considera a finalidade de previsão ou explicação deste. Em relação à previsão estabeleceu-se o valor da variável estatística de regressão (modelo) para cada unidade da Federação, de forma a verificar o nível de longevidade com base nos valores dos indicadores de risco em saúde.

No contexto da explicação, avaliou-se o impacto e importância das variáveis independentes em relação à variável dependente mediante os valores do coeficientes de regressão padronizados do modelo (β), uma vez que garantem que todas as variáveis independentes consideradas estejam em escalas comparáveis.

3.6 Associação dos indicadores de risco em saúde à longevidade

Os resultados oriundos da aplicação da análise de regressão múltipla (apêndice G) permitiram identificar cinco indicadores como os que mais conseguem explicar significativamente a longevidade: *I1, I2, 14, I5 e I6*, uma vez que detêm um nível de significância (p-valor) menor ou igual a 0,05. Além disso, o indicador *I5* admite um maior poder de explicação da longevidade. Logo, foi possível obter o seguinte modelo:

$$\begin{aligned}\boldsymbol{Longevidade} &= 0{,}607130987 + 0{,}000692574\ \boldsymbol{I1} - 0{,}000686532\ \boldsymbol{I2} \\ &+ 0{,}00116481\ \boldsymbol{I3} + 0{,}001532417\ \boldsymbol{I4} + 0{,}003485115\ \boldsymbol{I5} \\ &- 0{,}004525698\ \boldsymbol{I6}\end{aligned} \tag{3.15}$$

O coeficiente de determinação (R^2) foi satisfatório, evidenciando que os indicadores conseguem explicar 77,4% do modelo, em média. O erro padrão admitiu um valor de 2,04%, dessa forma, os valores observados variam em média 2,04% em torno dos valores previstos. Assim, pôde-se verificar que o modelo obtido através da análise de regressão múltipla é adequado, confirmando a validade dos indicadores de risco em saúde em relação a perspectiva da longevidade dos cidadãos brasileiros prevista pelo IDHM 2010. Dessa forma, a validação dos indicadores, mediante esta associação, permite uma utilização mais consistente destes no processo de tomada de decisão em saúde.

O modelo de regressão da associação entre o IDHM Longevidade e os indicadores de risco em saúde ainda permitiu verificar o comportamento dos resíduos. O gráfico dos resíduos (apêndice F) indicam que há uma distribuição aleatória em torno de zero, de forma a não estabelecer nenhum padrão, assim pode-se inferir que a variância é constante e a relação entre as variáveis do modelo, no caso os indicadores, é linear. Além disso, é possível observar que os resíduos seguem uma distribuição normal (apêndice F).

Comparando os resultados inerentes à longevidade obtidos pelos indicadores e os resultados oficiais oriundos do IDHM 2010, verifica-se uma similaridade significativa entre os valores (figura 3.1). Em relação a redução nos valores da longevidade, observa-se que 40,7% das unidades da Federação obtiveram quedas entre 0,2 e 4,4% do IDHM Longevidade em detrimento ao valor alcançado pela longevidade com base nos indicadores de risco em saúde; entretanto, no que se concerne ao aumento na longevidade, 55,5% dos Estados detiveram acréscimos entre 0,2 e 2,3%; apenas o Estado de São Paulo manteve o mesmo valor relativo à longevidade nas duas estimativas. Além disso, a média os resultados obtidos por cada estimativa também foi equivalente.

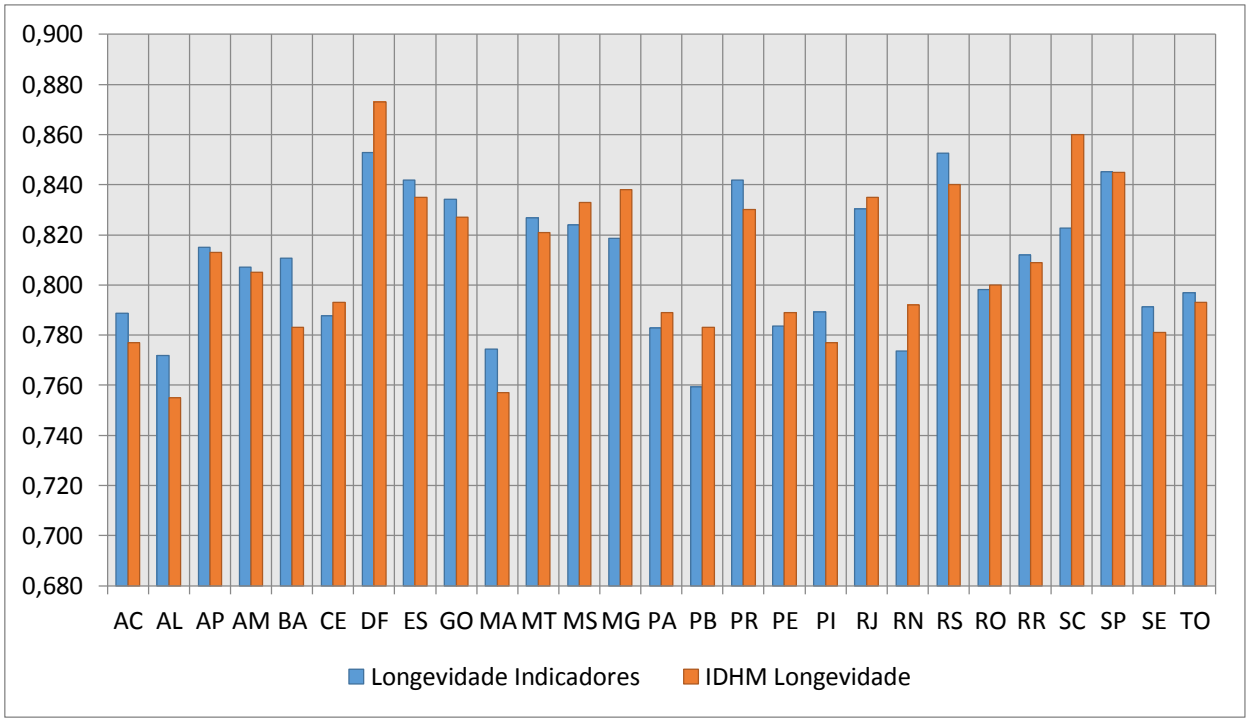


Figura 3.1 – Comparativo entre os resultados do IDHM Longevidade e os resultados da longevidade obtidos através dos indicadores de risco em saúde

Apesar de utilizarem construtos distintos na avaliação da longevidade, pode-se inferir que a medida da longevidade obtida mediante os indicadores de risco em saúde é um valor robusto e consistente, bem como admite legitimidade, agregando diferentes dimensões relevantes na consideração das condições de saúde da população. Assim, verifica-se que os indicadores obtidos traduzem significativamente o contexto da saúde nas unidades da Federação avaliadas e que o modelo de previsão da longevidade obtido mediante tais indicadores é apropriado.

Dessa forma, o emprego dos indicadores de risco em saúde pode favorecer a tomada de decisão nesse âmbito, configurando mais uma fonte de informações robusta e eficiente na eventual concepção de ações e políticas públicas de saúde. Além disso, tais indicadores podem viabilizar a efetividade de modelos e/ou ferramentas que permitam um auxílio eficaz às decisões em saúde.

4 MODELO MULTICRITÉRIO APLICADO A AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE RISCO EM SAÚDE

Nesta seção estão dispostos o procedimento e os resultados inerentes ao modelo multicritério de apoio à decisão que admita uma avaliação dos indicadores de risco em saúde em relação às unidades da Federação, bem como abrange uma discussão sobre os resultados obtidos através da aplicação simulada do modelo.

4.1 Metodologia do modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco em saúde

O estudo admite como base no processo de construção do modelo de decisão multicritério direcionado a avaliação dos indicadores de risco em saúde, o procedimento proposto por Almeida (2013) que admite três fases distintas, conforme figura 4.1.

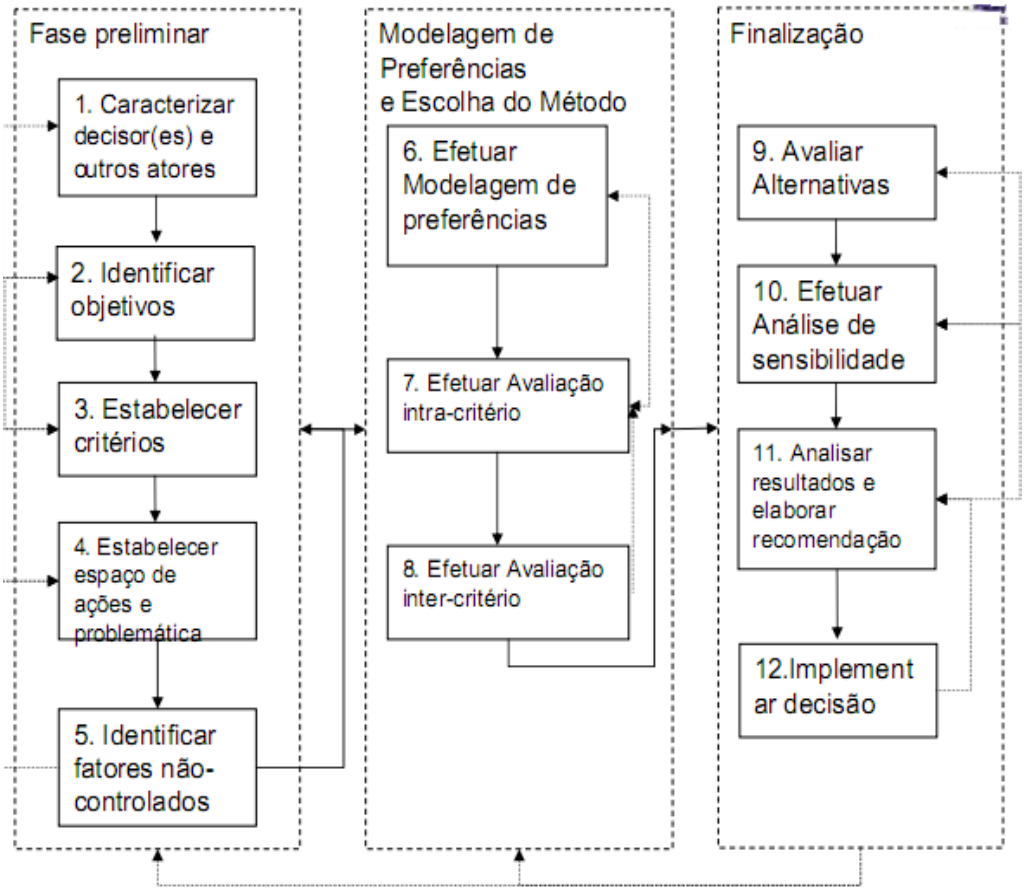


Figura 4.1 – Procedimento para construção de um modelo de decisão

Fonte: Adaptado de Almeida (2013).

Na fase preliminar encontram-se os fundamentos básicos para a formulação de um problema de decisão, e que possivelmente poderão afetar a estrutura final do modelo. Na fase de modelagem de preferências e escolha do método, determinam-se os fatores que terão mais influência sobre a escolha do método multicritério, bem como todos os aspectos ligados ao processo de modelagem de preferências do decisor. Por fim, na fase de finalização, o modelo encontra-se definido, e as ações mais relevantes serão a resolução do problema e a implementação das recomendações.

Todo o processo de determinação do modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco foi realizado mediante o apoio do software *Visual PROMETHEE* versão 1.4.0.0 (MARESCHAL, 2011-2013) que permite o tratamento dos dados através dos métodos multicritério da família PROMETHEE. Cabe ressaltar também o caráter de simulação associado a condução do procedimento de construção do modelo de avaliação de indicadores de risco em saúde.

4.2 Modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco em saúde

A partir da obtenção e validação dos indicadores de risco em saúde, foi possível viabilizar a concepção de um modelo multicritério de avaliação destes, como forma de apoiar o processo de tomada de decisão em saúde. Os resultados inerentes a este modelo seguem dispostos nas seções posteriores.

4.2.1 Definição do decisor e atores envolvidos

O contexto da saúde admite uma perspectiva muito ampla, onde as decisões relativas à temática, na maioria das vezes, envolvem não apenas um decisor, mais um conjunto de atores dos diferentes segmentos inerentes à saúde, de forma a agregar o máximo de informação relevante possível. Contudo, nosso objeto de análise abrange um cenário de decisão em âmbito federal, considerando as particularidades relativas a cada estado no que se refere a uma perspectiva favorável dos indicadores de risco em saúde.

Dessa forma, de modo a restringir a decisão final em saúde a um único gestor, admite-se, hipoteticamente, como decisor qualquer gestor da saúde na esfera federal, como por exemplo, o Ministro da Saúde, representante de maior hierarquia no escopo das decisões inerentes ao Ministério da Saúde. São competências deste ministério: conduzir a Política Nacional de Saúde; coordenar e fiscalizar as ações do SUS; viabilizar ações de promoção,

proteção e recuperação da saúde individual e coletiva, bem como a saúde ambiental; gerar e disponibilizar informações sobre a saúde no país; gerir e fornecer insumos indispensáveis à saúde; estabelecer ações de prevenção, vigilância e controle sanitário de fronteiras e de portos marítimos, fluviais e aéreos, além de atuar na vigilância de saúde, especialmente drogas, medicamentos e alimentos; e fomentar a pesquisa científica e tecnologia na área de saúde (BRASIL, 2016).

Em relação aos atores do processo decisório no âmbito da saúde, pode-se verificar uma ampla gama de participantes, desde os órgãos subordinados diretamente ao Ministério da Saúde como a Secretaria de Vigilância em Saúde e a Secretaria de Atenção a Saúde, além de órgãos vinculados como a Fiocruz, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e a Fundação Nacional de Saúde (Figura 4.2).

Há ainda outros atores na tomada de decisão em saúde, como os gestores de saúde estaduais e municipais; secretários e conselhos de saúde; diretores de instituições de saúde públicas e privadas; profissionais e especialistas na área de saúde como médicos, enfermeiros, assistentes sociais, equipes de atenção primária, entre outros; e os próprios representantes da sociedade. Todos estes atores são de fundamental importância para a decisão em saúde, pois promovem o subsidio e compartilhamento de informações essenciais na concepção de ações e políticas públicas em saúde.

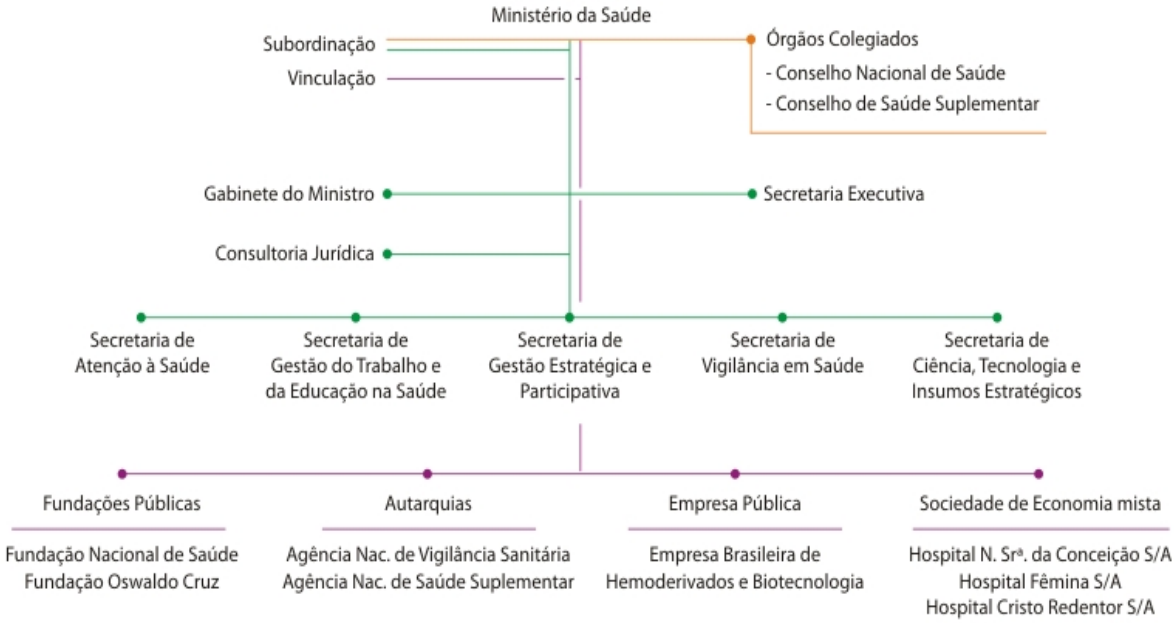


Figura 4.2 – Organograma do Ministério da Saúde

Fonte: Ministério da Saúde, 2016.

4.2.2 Contexto da tomada de decisão em saúde

O processo de tomada de decisão em saúde é bastante complexo e exige cada vez mais informações coerentes com a conjuntura atual da saúde no país. A real evolução das ações e políticas públicas de saúde no contexto brasileiro possibilitou um cenário de bastante desenvolvimento nesse âmbito. Algumas políticas públicas de saúde admitiram um papel significativo na viabilização destas ações de saúde, promovendo um desenvolvimento mais efetivo do SUS, bem como garantindo o acesso universal a todos os serviços de saúde, a integralidade e continuidade destes e o envolvimento social da comunidade.

Hoje, as condições da saúde pública no Brasil são preocupantes e precisam ser reavaliadas sob uma perspectiva mais realista. Segundo o IBGE (2014a), com base nos resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2013, apesar de 66,1% dos brasileiros avaliarem seu estado de saúde como muito bom ou bom, 71,2% dos indivíduos consultaram um profissional médico buscando algum tipo de atendimento médico, e apenas 27,9% dos cidadãos tem acesso a plano de saúde, evidenciando o alto nível de procura por serviços de saúde, em sua maior parte serviços públicos de saúde.

Em relação ao diagnóstico médico de doenças crônicas não transmissíveis verifica-se que 21,4% dos indivíduos confirmam diagnóstico de hipertensão; 6,2% de diabetes; 4,2% de doença cardíaca; 1,8% de algum tipo de câncer e 1,4% já tiveram AVC. Números ainda elevados se considerarmos a totalidade da população brasileira. No que se refere às condições antropométricas dos cidadãos, têm-se que 56,9% dos indivíduos admitem excesso de peso e 20,8% encontram-se obesos, fato preocupante para uma nação de dimensões continentais como o Brasil.

Outros aspectos relevantes obtidos pela PNS dizem respeito ao acesso a serviços odontológicos que foi mencionado por 44,4% da população; ao uso de medicamento receitado pelo serviço público de saúde, abrangendo 33,2% dos indivíduos; e a prevalência de internações que chegou a 6% dos indivíduos. Em relação à prevalência de problemas de saúde, verificou-se que 8% das mulheres admitiram deixar de realizar alguma atividade por motivo de saúde, em contrapartida à 5,9% dos homens. Os problemas mais comuns foram: resfriado ou gripe (17,8%) e dor nas costas, problema no pescoço ou na nuca (10,5%).

Em relação as questões envolvendo saneamento e infraestrutura urbana, verifica-se que o percentual de domicílios abastecidos de água por rede geral nas regiões Sudeste, Sul e

Centro-Oeste correspondem a 90,3%, 85,5% e 81,8% (IBGE, 2010). No que se refere ao esgotamento sanitário, de acordo com o Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011a), 86,5% dos domicílios da região Sudeste possuem rede geral de esgoto e fossa séptica; já as regiões Sul e Centro-Oeste apresentam percentuais de 71,7% e 51,5%, respectivamente. No que abrange à coleta de lixo, a região Sudeste, também tem estatísticas consideráveis agregando um percentual de 95% dos seus domicílios com coleta de lixo efetiva; já as regiões Sul e Centro-oeste admitem 91,6% e 89,7% de domicílios com acesso a coleta de lixo.

Ainda segundo o IBGE (2011a), nas regiões Nordeste e Norte, o acesso a rede de abastecimento de água atinge 76,6% e 54,5% da população; quanto a presença de esgotamento sanitário os percentuais são mais modestos atingindo 45,2% e 32,8%, respectivamente. No que concerne à coleta de lixo, 75% dos domicílios da região Nordeste e 74,3% da região Norte tem acesso ao serviço.

No que se refere a cobertura das equipes ESF pelo país, de acordo com a Sala de Apoio e Gestão Estratégica - SAGE (2016), iniciativa fomentada pelo Ministério da Saúde para viabilizar o acesso à informação em saúde, a cobertura total das equipes de saúde da família em 2016 chegou a 60,98% da população, abrangendo 5.481 municípios; já a cobertura dos agentes comunitários de saúde para o mesmo ano atinge 61,77% da população, sendo ao todo 259.374 profissionais destinados ao acompanhamento direto e *in loco* da saúde dos brasileiros. Além disso, a cobertura de atuação das equipes de saúde da família passou de 46,33% em 2006 para 60,98% em 2016, alcançando um crescimento de 24% em dez anos; enquanto a cobertura dos agentes comunitários de saúde passou de 59,01% em 2006 para 61,77% em 2016, configurando uma elevação de 4,5% no mesmo período (SAGE, 2016).

No que abrange as informações sobre o consumo alimentar no Brasil, de acordo com o IBGE (2011b) o cenário admite contornos bem variados. Os itens mais consumidos são: arroz (84,0%), feijão (72,8%), café (79,0%), pão de sal (63,0%) e a carne bovina (49,7%). Em relação ao consumo de alimentos fora do domicílio, aparecem com maior frequência o consumo de salgados fritos e assados (53,5%), refrigerante (40,2%), pizzas (42,1%) e sanduíches (41,8%). O consumo de verduras varia entre 9,9 e 1,6%, já o consumo de legumes oscila entre 10 e 1,2%, e o consumo de frutas encontra entre 14,3 e 0,5%, evidenciando valores ainda muito abaixo do esperado para uma alimentação adequada e saudável. A média de prevalência do consumo alimentar, que traduz o acesso a alimentos como leguminosas, proteínas, carboidratos, verduras e legumes, frutas e cereais, entre as regiões admite os

seguintes valores: 8,7% para região Norte; 8,8% para região Nordeste; 9,4% para região Sudeste; 9,9% para região Sul; e 9,4% para região Centro-Oeste.

Em relação aos níveis de sedentarismo, 45,9% da população brasileira é sedentária, ou seja, quase metade da população não pratica nenhum tipo de atividade física ou esporte, 28,5% exercem alguma atividade física e 25,6% praticam efetivamente alguma modalidade esportiva (BRASIL, 2015b). Estes números tendem a aumentar à medida que a faixa etária da população aumenta, chegando a 64,4% em indivíduos com 65 anos ou mais.

As estatísticas sobre tabagismo confirmam que o percentual de fumantes em todo país corresponde a 10,4%. Esta estimativa vem caindo ao longo dos anos, de 2006 a 2015 houve uma redução de 33,7% do percentual de fumantes (BRASIL, 2015a). Ainda segundo esta mesma pesquisa, há 9,1% de fumantes passivos no país, sendo 9,1% fumantes passivos em ambiente domiciliar e 8% fumantes passivos no local de trabalho. Desse modo, observa-se que estas informações retratam uma queda nos níveis de tabagismo e uso de produtos derivados do tabaco em todo país.

No que se refere ao consumo total de álcool por pessoa no Brasil, o Relatório Global de Álcool e Saúde promovido pela WHO (2014) mostra uma prevalência de 8,7 litros por pessoa, valor superior a média mundial que é de 6,2 litros por indivíduo. Apesar do consumo de álcool no país ser elevado, houve uma redução de 11,2% ao longo dos períodos avaliados pelo relatório. Além disso, 42% da população brasileira admitem não ter feito uso de álcool nos últimos 12 meses anteriores a pesquisa.

Este contexto no qual a saúde brasileira encontra-se inserida exige decisões mais estruturadas com base em informações relevantes que possam disponibilizar um suporte mais adequado ao processo de tomada de decisão em saúde. Neste escopo, a informação admite caráter fundamental, pois é através dela que os aspectos mais preocupantes em relação à saúde poderão ser melhor geridos e as ações e políticas públicas poderão admitir um melhor direcionamento às necessidades específicas de cada região e unidade da Federação.

Dessa forma, apesar de alguns pontos admitirem melhorias potenciais, como uma maior acessibilidade aos serviços públicos de saúde, ainda há muito a ser realizado no contexto das ações em saúde no Brasil. Nesse sentido, a avaliação dos indicadores de risco em saúde, construídos mediante a base de dados da PNS, por meio da abordagem multicritério, pode evidenciar quais Regiões e Estados brasileiros admitem uma estrutura otimizada destes indicadores e quais necessitam de um melhor planejamento e atenção no intuito de reduzir a

prevalência de resultados insatisfatórios e ampliar os desempenhos satisfatórios em cada indicador.

4.2.3 Objetivo do modelo de decisão proposto, alternativas e critérios

O objetivo do modelo de decisão consiste em viabilizar uma avaliação dos indicadores de risco em saúde obtidos em relação a cada unidade da Federação. Ou seja, o modelo irá determinar um ranqueamento dos Estados que apresentam uma conjuntura mais favorável dos indicadores obtidos através da análise fatorial (análise dos componentes principais). Além disso, será possível analisar o contexto regional destes indicadores, de forma a estabelecer quais Regiões admitem uma melhor conjuntura de fatores.

Vale ressaltar que o termo "conjuntura favorável" refere-se ao melhor contexto de decisão possível, ou seja, a maximização de indicadores com viés positivo, que afetem as condições de saúde da população no curto prazo; e a minimização de indicadores com viés negativo, que influenciem a saúde dos indivíduos no médio e longo prazo. A partir disso, as alternativas consideradas foram as unidades da Federação (apêndice E).

Em relação à definição dos critérios, optou-se por utilizar como base de construção destes, os indicadores de risco em saúde obtidos previamente na pesquisa (apêndice E). Além disso, os critérios foram classificados como do tipo *construído*, por serem adequados especificamente ao contexto de decisão considerado e configurarem índices de mensuração de um conjunto de variáveis relacionadas ao objetivo. Em relação ás escalas, admite-se uma escala do tipo numérica, mais especificamente uma escala ordinal.

4.2.4 Definição do espaço de ações e problemática

A estrutura do espaço de ações assume um contorno *estável*, pois o conjunto de alternativas é estabelecido *a priori* e não se modifica ao longo do processo decisório, e também pode ser caracterizada como *globalizada* por configurar uma análise independente de todas as ações possíveis. Além disso, o conjunto de alternativas é discreto, ou seja, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, onde n corresponde ao número total de alternativas.

A problemática inerente ao problema de decisão é do tipo $P\gamma$, ou *problemática de ordenação*, uma vez que o objetivo do modelo é ordenar as alternativas em um ranking final que traduza quais unidades da Federação possuem uma estrutura de indicadores de risco em

saúde mais otimizada, ou seja, quais Estados admitem uma estrutura mais favorável associada a cada índice.

Verifica-se que os critérios considerados apesar de serem influenciados efetivamente por possíveis ações e políticas que possam ser definidas pelo decisor no contexto do processo decisório, podem também admitir características não controláveis, uma vez que dependerão também da conduta de cada indivíduo no que concerne a sua condição de saúde. Contudo, o estudo não assume que estes critérios estejam fora do controle do decisor.

4.2.5 Modelagem de preferências do decisor

No que se refere ao processo de modelagem das preferências do decisor, o problema exige a presença de três situações de preferencia: P, I *e* Q. Dessa forma, o decisor deve escolher entre uma preferência estrita, indiferença ou uma preferência fraca entre duas alternativas, de modo a obter uma pré-ordem parcial entre o conjunto de elementos.

Em relação à especificação da racionalidade adequada ao problema, observou-se que não existe uma compensação entre o desempenho das alternativas consideradas, logo o modelo admite uma racionalidade *não-compensatória*, de forma a direcionar o uso de métodos de sobreclassificação.

Considerando o objetivo e a problemática do modelo, utilizou-se um método de sobreclassificação da família PROMETHEE, mais especificamente o *PROMETHEE II*, que possibilita a geração de um resultado final em uma pré-ordem completa, tomando como base o procedimento de cálculo do PROMETHEE I, introduzindo ainda a noção de fluxo líquido entre as alternativas, conforme seção 2.5.1.1. Além disso, o PROMETHEE II permite a obtenção de uma ordenação final das alternativas, da mais eficiente a menos eficiente, mediante uma ordem decrescente dos valores (GOMES ET AL., 2011).

4.2.5.1 Avaliação intracritério e intercritério

Na avaliação intracritério não foram utilizados procedimentos de normalização, uma vez que as consequências admitem características probabilísticas, logo assume-se que a normalização encontra-se implícita. Na avaliação intercritério, é preciso definir a importância relativa ou "*pesos*" dos critérios. As vantagens da utilização do PROMETHEE II concentram-se, sobremaneira, na simplicidade do resultado ordenado e na flexibilidade sobre o processo

de elicitação das importâncias relativas dos critérios, uma vez que este método não possui regra específica para a determinação dos pesos dos critérios (CLEMENTE, 2015).

Sendo assim, após a simulação de um ordenamento dos critérios, considerando o impacto destes em relação às condições de saúde da população no curto prazo, estabeleceu-se os pesos. Estes variam entre 0 e 1, e correspondem a importância relativa de cada critério dentro do processo de avaliação global dos indicadores de risco em saúde. Dessa forma, quanto maior o valor inerente ao critério, maior será a importância relativa atribuída pelo decisor. Não foi permitida a hipótese de valores nulos dos pesos, nem de pesos com valores muito reduzidos, de forma a não contribuir significativamente para a decisão final. A tabela 4.1 apresenta um resumo da definição simulada dos pesos dos critérios.

Tabela 4.1 – Definição das importâncias relativas dos critérios

Critério	**Importância relativa correspondente (w_j)**
Índice de qualidade da infraestrutura urbana (C1)	0,30
Índice de atendimento do programa ESF (C2)	0,15
Índice de tabagismo (C3)	0,10
Índice de qualidade do consumo alimentar (C4)	0,25
Índice de alcoolismo (C5)	0,10
Índice de sedentarismo (C6)	0,10

Como justificativa da definição pesos dos critérios, o estudo procurou maximizar os critérios C1, C2 e C4, por se tratar de situações onde melhorias, no curto prazo, na estrutura do indicador podem favorecer condições de saúde mais satisfatórias à população; além disso, optou-se por minimizar C3, C5 e C6, por envolverem fatores que implicam em potenciais riscos à saúde em situações de médio e longo prazo.

Em relação ao tipo de critério generalizado, estabeleceu-se que o modelo apresentaria uma estrutura baseada em *critérios usuais*, ou seja, não haverá a definição dos parâmetros p e q, de modo a facilitar a compreensão do decisor sobre o impacto dos critérios no modelo de decisão, dessa forma, o tipo de função empregado no procedimento corresponde a *função tipo 1*, conforme tabela 2.2. Após isso, estabeleceu-se o procedimento de comparação par a par das alternativas para cada critério considerado.

4.2.6 Avaliação das alternativas

Com base nos resultados das etapas anteriores, estabeleceu-se uma avaliação global das alternativas, mediante a determinação da intensidade de preferência de cada alternativa x_i comparada a x_k. Ou seja, nesta etapa foi calculado o índice de preferência para cada par de alternativas. A partir disso, foi possível obter os fluxos de sobreclassificação de entrada e saída para cada alternativa, bem como o respectivo ordenamento final baseado no fluxo líquido, de acordo com a tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Ranking final com base no PROMETHEE II

Ranking	**Alternativa**		ϕ
1	A13	MG	0,4
2	A9	GO	0,3462
3	A25	SP	0,3385
4	A7	DF	0,2769
5	A19	RJ	0,2346
6	A27	TO	0,2269
7	A8	ES	0,2115
8	A16	PR	0,1692
9	A12	MS	0,1115
10	A6	CE	0,0846
11	A11	MT	0,0808
12	A5	BA	0,0654
13	A26	SE	0,0538
14	A15	PB	0,0385
15	A21	RS	0,0346
16	A17	PE	-0,0231
17	A4	AM	-0,0346
18	A10	MA	-0,1423
18	A24	SC	-0,1462
20	A3	AP	-0,1962
21	A2	AL	-0,2
22	A23	RR	-0,2192
23	A14	PA	-0,2615
23	A22	RO	-0,2615
25	A1	AC	-0,3
26	A18	PI	-0,4192
27	A20	RN	-0,4692

4.2.7 Discussão acerca do modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco em saúde

O resultado do ranqueamento (tabela 4.2) permite visualizar uma configuração de indicadores de risco em saúde mais favorável as unidades da Federação que compõem as Regiões Sudeste e Centro-Oeste, evidenciando melhores condições relativas a infraestrutura urbana, qualidade alimentar e atendimento das equipes de saúde da família, em contraponto a níveis mais reduzidos de tabagismo, alcoolismo e sedentarismo. Todos os Estados da região Sudeste obtiveram resultados mais satisfatórios dos indicadores, assim como grande parte dos Estados da Região Centro-Oeste. O Estado de Minas Gerais obteve a 1ª posição no ranking, já Goiás é o primeiro Estado da região Centro-Oeste a aparecer no ranking, ocupando o 2° lugar.

Entretanto o cenário mais desfavorável dos indicadores de risco encontra-se relacionado principalmente aos Estados das Regiões Norte e Nordeste, que detêm a maior parte de unidades da Federação entre os últimas colocadas. Além disso, há apenas um representante da região Norte, o Estado do Tocantins em 6° lugar, entre as unidades da Federação com melhor desempenho global nos indicadores de risco em saúde. O Estado do Rio Grande do Norte encontra-se em último lugar no ranking, e o Estado do Acre aparece na 25ª posição como o pior colocado em relação a região Norte.

Contudo, mediante uma subclassificação em intervalos de classe com base no método de otimização de Jenks, que busca minimizar a variância intra-classes e maximizar a variância inter-classes (GIRARDI, 2008), foi possível estabelecer uma representação cartográfica da conjuntura global dos indicadores de risco em saúde (figura 4.3). Quatro classes em relação aos valores globais (fluxo líquido - ϕ) dos indicadores foram estabelecidas:

- ✓ 1ª classe: Unidades da Federação com desempenho global muito bom dos indicadores de risco em saúde;
- ✓ 2ª classe: Unidades da Federação com bom desempenho global dos indicadores de risco em saúde;
- ✓ 3ª classe: Unidades da Federação com desempenho global mediano dos indicadores de risco em saúde;
- ✓ 4ª classe: Unidades da Federação com desempenho global baixo dos indicadores de risco em saúde.

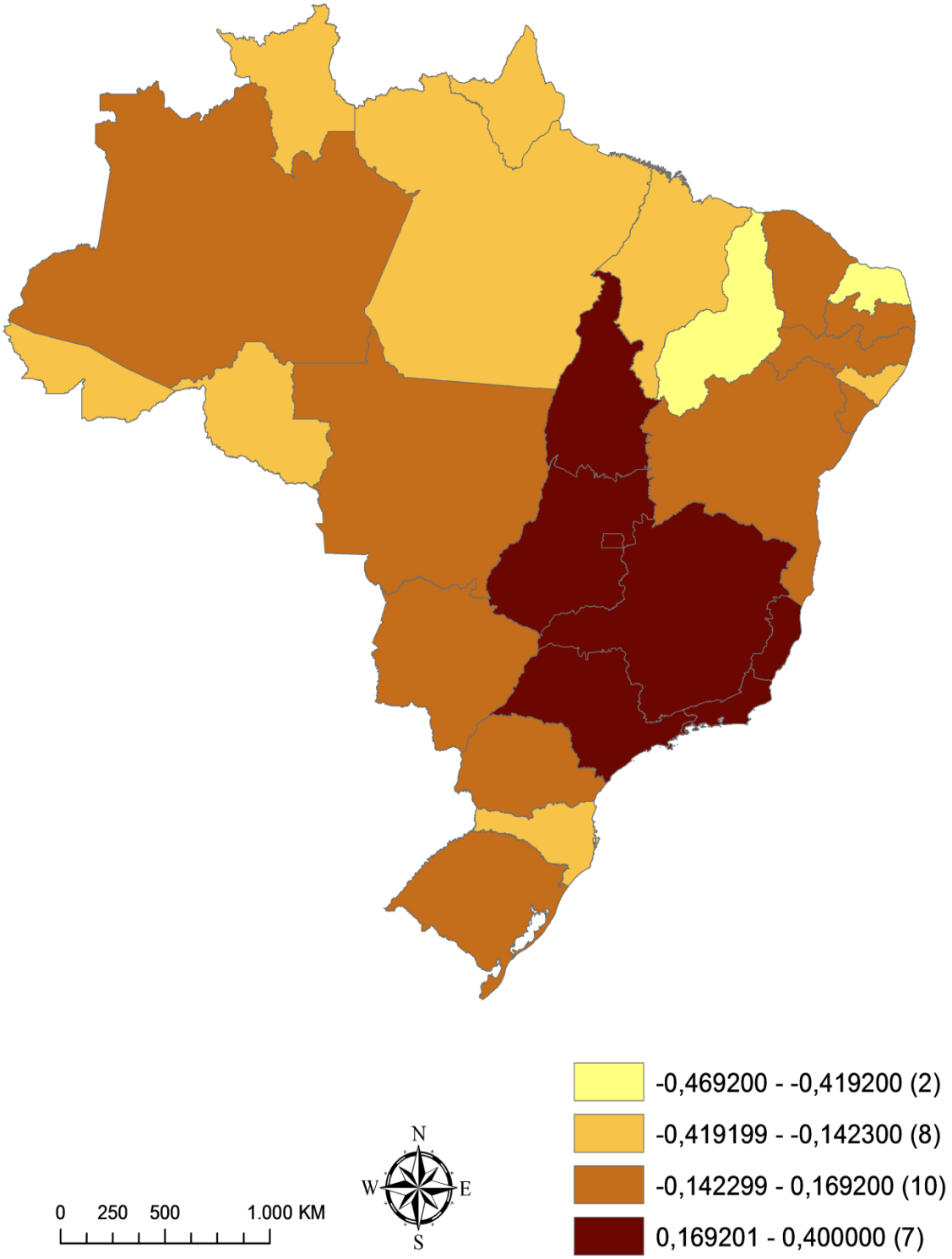


Figura 4.3 – Representação do desempenho global dos indicadores de risco em saúde por unidade da Federação

A partir disso, verificou-se que a totalidade dos Estados da Região Sudeste admitem um desempenho global muito bom dos indicadores, assim como 50% das unidades da Federação pertencentes a Região Centro-Oeste. Apenas 14,28% dos Estados da Região Norte apresentam um escopo de indicadores com desempenho global muito bom, e nenhum Estado das Regiões Sul e Nordeste encontra-se presente nesta categoria.

No que concerne aos resultados inerentes a conjuntura global com bom desempenho dos indicadores, verifica-se que 37% dos Estados brasileiros encontram-se inseridos nessa classificação, logo é a classe que abrange a maior quantidade de Estados. A região Sul admite 66,67% de participação nesta configuração, seguida pela Região Nordeste com 55,5%, a Região Centro-Oeste com 50% e a Região Norte com 14,28%.

Em relação as unidades da Federação que obtiveram um desempenho global mediano dos indicadores, verifica-se que a Região Norte admite a maior porcentagem: 71,4%. Além disso, 33,3% dos Estados da Região Sul e 22,2% dos Estados da Região Nordeste encontram-se inseridos nesta classificação. Os resultados inerentes ao desempenho global baixo dos indicadores de risco em saúde estão presentes apenas na Região Nordeste, além disso, a referida região apresenta um padrão interessante, agregando índices pertencentes a três classes distintas, compondo assim, uma estrutura mais heterogênea em relação ao desempenho dos indicadores.

Dessa forma, pode-se inferir que os Estados da Região Nordeste e Norte estão mais susceptíveis a condições inadequadas de infraestrutura urbana e saneamento, alimentação e acessibilidade aos serviços de saúde, neste caso os serviços disponibilizados pelo programa ESF; da mesma forma, os níveis de sedentarismo, tabagismo e alcoolismo são mais preponderantes nestas regiões. Esta constatação implica na destinação de uma maior atenção e planejamento destes aspectos, por parte dos órgãos e setores responsáveis, nestas duas regiões, de forma a melhorar as condições de saúde e a qualidade de vida da população. Em contraponto, a região Sudeste por apresentar uma perspectiva global mais favorável dos indicadores necessita de uma manutenção mais eficiente destes fatores de modo a otimizar o desempenho dos indicadores.

Diante do exposto pelo modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde, pôde-se inferir que as regiões Sudeste e Centro-Oeste admitem uma conjuntura mais favorável em relação ao indicadores. Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste obtiveram os valores mais insatisfatórios na avaliação global dos indicadores. A partir disso, o modelo

possibilita direcionar o planejamento das ações e políticas emergenciais em saúde nas unidades da Federação e Regiões com desempenhos insatisfatórios em todos os indicadores, bem como permite a visualização dos Estados com melhores desempenhos, de forma a controlar e manter um padrão adequado dos serviços associados à saúde.

4.2.8 Avaliação individual do desempenho das alternativas através do PROMETHEE-GAIA

Mediante o uso do PROMETHEE-GAIA estabeleceu-se uma avaliação individual das alternativas em relação aos critérios considerados no modelo, com o auxílio do software *Visual PROMETHEE*. A figura 4.4 retrata a distribuição dos indicadores e das unidades da Federação no plano Gaia.

Pôde-se verificar que os critérios *índice de qualidade da infraestrutura urbana* (C1) e *índice de qualidade do consumo alimentar* (C4) possuem eixos ortogonais, logo ambos são independentes em termos de preferência, dessa forma, um critério não influencia o outro. A mesma situação acontece em relação aos critérios C1 e C6; C4 e C6; C3 e C4; e entre C5 e C3. Além disso, os critérios *índice de alcoolismo* (C5) *e índice de sedentarismo* (C6) possuem uma configuração conflitante, uma vez que seus eixos admitem direções opostas, logo há um conflito de preferência entre estes critérios.

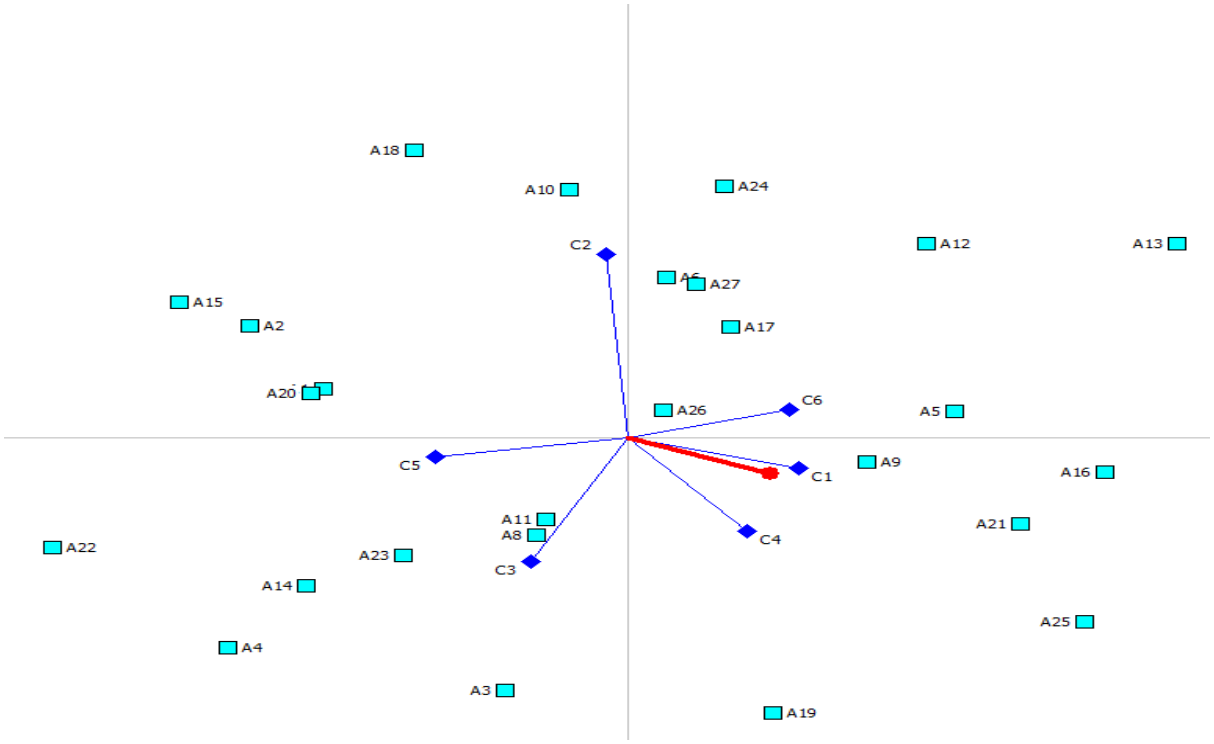


Figura 4.4 – Representação através do Plano Gaia do desempenho individual das alternativas e critérios

No que se refere as alternativas, observa-se que A7, A9, A16, A19, A21 e A25 encontram-se mais inclinadas aos critérios C1 e C4, dessa forma, verifica-se que estes critérios admitem um maior poder discriminante em relação à estas alternativas (unidades da Federação). Já as alternativas A3, A4, A8, A11, A14, A22 e A23 apresentam um direcionamento efetivo em relação aos critérios C5 e C3. Têm-se ainda A5, A6, A12, A13, A17, A24, A26 e A27 que admitem uma performance mais contundente no critério C6; assim como, as alternativas A1, A2, A10, A15, A18 e A20 que detém um melhor desempenho no critério C2.

Há ainda a presença de alternativas com desempenhos similares em relação a cada critério considerado, que correspondem àquelas com uma maior proximidade. As alternativas A1 e A20 possuem desempenho análogo em relação ao critério C2; além de A6 e A27 no que se refere ao critério C6; e A8 e A11 em relação aos critérios C3 e C5.

O eixo de decisão evidencia um foco em direção ao *índice de qualidade da infraestrutura urbana,* logo a consideração de fatores relacionados a este mostra a necessidade de um maior planejamento e atenção dos governos e instituições no processo de decisão quanto as questões envolvendo saneamento básico, acesso a esgotamento sanitário e coleta de lixo, como forma a viabilizar ações efetivas de melhorias nas condições básicas de saúde, uma vez que a negligência deste contexto pode influenciar significativamente a saúde da população e ocasionar uma maior incidência de doenças transmissíveis.

Assim, as decisões nesse âmbito precisam considerar as características de cada região específica de forma a viabilizar medidas que atendam as expectativas da população quanto a esta demanda. Efetivar ações voltadas a um processo de coleta de lixo mais eficiente, bem como uma destinação adequada dos resíduos; estimular o processo de coleta seletiva; ponderar investimentos em obras de infraestrutura urbana no sentido de garantir acessibilidade a rede de abastecimento de água e esgoto; viabilizar saneamento básico em regiões com deficiência neste serviço são apenas algumas medidas que poderiam ser direcionadas à melhoria do indicador.

Além disso, o eixo de decisão ainda abrange o quadrante relacionado ao *índice de qualidade do consumo alimentar,* de modo que é importante disponibilizar medidas que visem estimular um consumo de alimentos mais saudáveis, como frutas, verduras e legumes, bem como a redução do consumo de alimentos industrializados. Dessa forma, as decisões associadas a este contexto precisam definir ações que estimulem a produção agrícola,

viabilizem preços mais acessíveis à população, que objetivem a redução do nível de desperdício alimentar, que incentivem a reeducação alimentar e promovam um melhor aproveitamento dos alimentos, de forma a possibilitar o acesso a uma alimentação mais adequada para toda a população.

O plano Gaia também permite visualizar o *índice de atendimento do programa ESF* como o critério com maior variância, uma vez que corresponde ao vetor mais longo no plano. Há uma maior dispersão do índice principalmente em relação a Região Nordeste, fato que evidencia a relevância do trabalho dos agentes de saúde e das equipes de saúde da família no processo de universalidade e disponibilidade do serviço de saúde nesta região. Dessa forma, as decisões associadas a este escopo precisariam envolver a manutenção do nível de atendimento e abrangência do programa, visando estabelecer uma maior acessibilidade da população aos serviços do programa, ao menos no curto prazo.

A presença desses profissionais na rotina dos cidadãos favorece melhorias nas condições de saúde, proporciona mais informação sobre os cuidados e atenção em saúde e estreita a relação entre serviço de saúde e população, possibilitando uma melhor adequação do sistema de saúde às necessidades da sociedade, bem como auxiliando na prevenção e redução de incidência de doenças. Sendo assim, eventuais ações e políticas públicas nesse sentido precisam ser centradas na ampliação do serviço no médio e longo prazo.

4.2.9 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi conduzida de modo a verificar o possível impacto oriundo da alteração dos valores dos pesos dos critérios. Optou-se por estabelecer uma variação de 5% para mais e para menos em relação ao critério definido com maior importância relativa, neste caso C1 (apêndice I). Verificou-se que em relação ao crescimento de 5% no peso deste critério, houve uma manutenção de 66,7% da ordenação original; enquanto o decréscimo de 5% no peso implicou em uma manutenção do ordenamento original em torno de 52%. As alternativas A13, A9, A25, A16, A12, A6, A11, A21, A17, A4, A1, A18 e A20 admitem a mesma ordenação em relação aos cenários de acréscimo e decréscimo de 5% no valor do peso do critério C1.

O principal fato relacionado as variações nos ordenamentos das alternativas encontra-se na limitação da base de dados utilizada abrangendo apenas informações relativas ao contexto estadual. Um eventual alternativa a redução desta variação nos ordenamentos seria considerar

uma perspectiva mais intrínseca, avaliando números relativos aos municípios ou setores censitários, por exemplo, como forma de produzir um cenário mais contundente destes indicadores de risco em saúde.

Contudo, o modelo ainda configura-se como consistente uma vez que as variações na ordenação não influenciam significativamente na avaliação regional do desempenho global dos indicadores de risco em saúde. No que concerne ao cenário mais otimista em relação ao critério C1 (acréscimo de 5%), não observou-se variações no resultado no que se refere ao desempenho global baixo e mediano dos indicadores de risco em saúde; as alterações aconteceram nos resultados inerentes ao bom desempenho global dos indicadores, com uma redução de participação da Região Sul em torno de 50%, além da inclusão desta região na classe de desempenho muito bom dos indicadores de risco em saúde (figura 4.5).

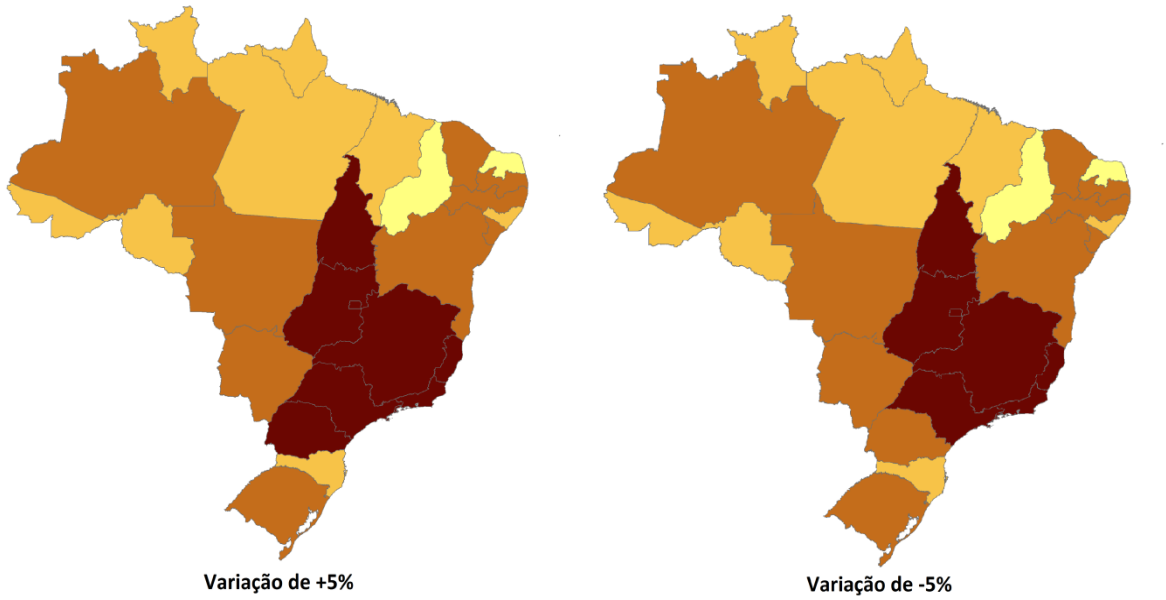


Figura 4.5 – Representação da comparação do desempenho global dos indicadores de risco em saúde mediante análise de sensibilidade

No que se refere ao cenário mais pessimista do critério C1 (decréscimo de 5%) foi possível observar que a configuração da estrutura de classes permanece similar à que foi obtida no ranqueamento original do modelo. Não houve variação nos resultados das classes, de forma a ratificar um cenário mais favorável do desempenho global dos indicadores de risco às regiões Sudeste e Centro-Oeste, em contrapartida a um cenário mais desfavorável dos indicadores nas regiões Norte e Nordeste.

4.2.10 Implicações dos resultados

O modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde proposto pode disponibilizar uma nova perspectiva de análise no que se refere ao planejamento e decisão no contexto da saúde. O fato do modelo tomar como base um método multicritério de sobreclassificação agrega uma maior abrangência à análise, tendo em vista a racionalidade não-compensatória inerente a este tipo de método. Desse modo, como os indicadores são bastante distintos, é importante garantir que o desempenho insatisfatório de dado indicador não seja compensado por um desempenho mais favorável de outro indicador, como forma de reduzir as eventuais disparidades do modelo com a real situação da saúde no país.

Embora os resultados inerentes ao modelo admitam contornos previsíveis e similaridades com os dados oficiais sobre os temas que abrangem os indicadores, fato que justifica a validação do modelo, uma vez que este cumpre o propósito fundamental de representar a realidade, a classificação regional do desempenho dos indicadores no modelo possibilitou a verificação de alguns padrões relevantes da distribuição destes.

A ausência de unidades da Federação pertencentes a região Sul na classe de indicadores com desempenho muito bom evidencia um ponto de divergência no modelo, uma vez que a associação desta região à índices relativos a saneamento básico e consumo alimentar adequado, admite estatísticas elevadas, de forma que os Estados da referida região figuram entre os melhores resultados nacionais inerentes as duas temáticas.

Em contrapartida, os resultados associados as demais regiões, principalmente Sudeste e Nordeste são bastante condizentes com as condições de saúde verificadas nestas duas regiões pelos órgãos de pesquisa oficiais do Governo, evidenciando a robustez e eficácia do modelo, bem como a adequação do uso dos indicadores de risco em saúde na construção do mesmo.

Em relação a classificação inerente ao bom e mediano desempenho dos indicadores de risco, apesar dos resultados serem consistentes e retratarem de forma eficaz o contexto das condições de saúde no país, no que concerne às regiões e a maioria dos Estados brasileiros, verifica-se que uma avaliação conjunta dos indicadores pode tanto evidenciar desempenhos satisfatórios como mascarar aspectos que necessitam de um melhor gerenciamento no âmbito da saúde, sendo assim é importante se ater as características e necessidades de cada região na concepção de ações e políticas públicas em saúde.

Entretanto, é possível adaptar a aplicabilidade do modelo a cenários com um escopo micro, de forma a viabilizar resultados mais robustos e consistentes com as reais condições de saúde da população. Uma aplicação mais específica do modelo poderia estar associada ao uso de uma base de dados mais restrita do ponto de vista geográfico, por exemplo, utilizando dados das condições de saúde relativos a setores censitários, municípios ou regiões metropolitanas.

Outro ponto de destaque nos resultados se refere ao uso dos indicadores de risco em saúde na especificação do modelo favorecendo um direcionamento mais efetivo do processo de tomada de decisão em saúde. Além disso, a consideração dos indicadores no modelo possibilita um planejamento mais adequado em relação a priorização de recursos públicos, uma vez que de posse da informação oriunda do modelo é possível determinar quais regiões necessitam maior atenção e um melhor gerenciamento das questões envolvendo saneamento básico, consumo alimentar, cobertura dos programas governamentais de saúde e os níveis de incidência de tabagismo, alcoolismo e sedentarismo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo aborda as conclusões finais acerca da pesquisa, sintetizando os resultados obtidos em relação à aplicação da análise multivariada na determinação e validação dos indicadores de risco em saúde e à especificação do modelo multicritério de avaliação destes indicadores, bem como abrange possíveis considerações sobre sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões acerca da pesquisa

A determinação de indicadores mediante o método da análise fatorial (análise dos componentes principais) foi bastante robusta e adequada. Os dados referentes a todos as unidades da Federação mantiveram medidas de adequação satisfatórias, apesar do *Índice de alcoolismo* encontrar-se no limiar da condução do procedimento. Os valores de variância total explicada inerentes a cada indicador admitiram valores excelentes, superando o limite de corte de 60%, e comprovando o elevado poder de explicação da nova estrutura de dados.

A associação dos indicadores obtidos com os dados de longevidade do IDHM confirmou-se adequada, uma vez que os indicadores de risco em saúde conseguem explicar mais de 77% do modelo. Além disso, os resultados associados ao modelo de regressão admitem equivalência com os dados presentes no IDHM, de forma a comprovar que estes indicadores traduzem efetivamente as condições de saúde da população.

Os indicadores de risco em saúde obtidos no presente estudo apresentaram-se bastante consistentes, dessa forma, empregá-los no processo de tomada de decisão em saúde pode favorecer decisões mais fundamentadas tanto no âmbito estadual quanto regional. Além disso, estes indicadores podem auxiliar não só a conjuntura pública de ações em saúde, mas também viabilizar uma reflexão mais abrangente sobre aspectos que podem condicionar prejuízos à saúde dos cidadãos no curto, médio e longo prazo.

Em relação ao modelo multicritério de avaliação de indicadores de risco em saúde pôde-se verificar que a Região Sudeste admite o melhor desempenho global dos indicadores, seguida pela Região Centro-Oeste; enquanto as Regiões Norte e Nordeste apresentam os desempenhos globais mais insatisfatórios dos indicadores. Tal cenário confirma o direcionamento de melhores condições de saneamento, infraestrutura, alimentação e acesso a

serviços de saúde às regiões mais desenvolvidas do país, assim como níveis um pouco mais reduzidos de alcoolismo, tabagismo e sedentarismo.

Apesar da estrutura dos dados admitir um contexto apenas estadual, fato que implica em uma limitação da pesquisa, pôde-se verificar uma adequabilidade dos resultados oriundos do modelo em relação às informações contidas nas principais fontes oficiais, conforme descrito na seção 4.3.2. Além disso, a viabilização de um modelo multicritério de apoio à decisão em saúde consiste em um aspecto fundamental no processo de gestão em saúde, uma vez que possibilita uma metodologia eficiente nesse contexto, bem como promove a concepção de uma fonte de informações mais robusta e confiável, como forma de aprimorar e apoiar à tomada de decisão em saúde.

No que concerne a avaliação individual das alternativas e critérios mediante o PROMETHEE-GAIA, infere-se que a maioria dos critérios (indicadores) admitem independência no que se refere a preferência; e apenas os *índices de alcoolismo* e de *sedentarismo* assumem um escopo de conflito de preferências. O eixo de decisão encontra-se mais direcionado ao *índice de qualidade da infraestrutura urbana* e ao *índice de qualidade do consumo alimentar*, assim como o *índice de atendimento do programa ESF* consiste no critério que possui maior variância, principalmente na Região Nordeste.

Em relação as alternativas, constatou-se um direcionamento dos Estados de Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal em relação ao *índice de qualidade da infraestrutura urbana* e ao *índice de qualidade do consumo alimentar*; da mesma forma os Estados da Paraíba, Alagoas, Acre, Rio Grande do Norte, Maranhão e Piauí encontram-se mais inclinados ao *índice de atendimento do programa ESF*. Além disso, têm-se os Estados de Sergipe, Bahia, Pernambuco, Tocantins, Ceará, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais com maior inclinação ao *índice de sedentarismo*; e os Estados de Mato Grosso, Espírito Santo, Roraima, Pará, Amazonas e Amapá direcionados ao *índice de tabagismo* e ao *índice de alcoolismo*.

Foi possível verificar ainda algumas alternativas com desempenho similar em determinados critérios. Os Estados do Acre e Rio Grande do Norte obtiveram um desempenho análogo no *índice de atendimento do programa ESF*, enquanto os Estados do Mato Grosso e Espirito Santo detiveram uma performance semelhante no *índice de tabagismo* e no *índice de alcoolismo*; além disso, têm-se os Estados do Ceará e Tocantins com desempenho similar no *índice de sedentarismo.*

Dessa forma, tanto a especificação de indicadores de risco em saúde quanto a determinação de um modelo multicritério visando a avaliação destes indicadores, correspondem a métodos eficientes no âmbito da tomada de decisão em saúde. Os indicadores possibilitam direcionar as decisões em saúde de acordo com a temática específica, verificando pontos de gargalo em relação a cada abordagem, de modo a estabelecer índices consistentes e abrangentes, que traduzam efetivamente as condições de saúde da população.

Já o modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde permite estruturar as decisões mediante as características e particularidades de cada unidade da Federação, proporcionando um panorama estadual e/ou regional das condições de saúde da população, favorecendo o processo de concepção de ações e políticas públicas em saúde.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para a continuidade do trabalho, caberia a proposição de um modelo de previsão em saúde, baseado na abordagem multicritério, que viabilize a priorização dos indicadores de risco associados à saúde, ou seja, estabelecer um modelo que admita os indicadores de risco em saúde como alternativas, de forma a apoiar o processo de tomada de decisão e direcionar as ações públicas de saúde em detrimento às necessidades da população.

Uma segunda alternativa seria a ampliação do escopo da pesquisa, focando na determinação de indicadores de risco sob a perspectiva do diagnóstico médico, ou seja, identificar o padrão de distribuição da incidência de doenças transmissíveis e não transmissíveis ao longo do país, de forma a verificar uma composição da prevalência destas em relação as Regiões brasileiras.

Uma outra perspectiva seria expandir o uso dos indicadores de risco em saúde para uma conjuntura mais específica, como por exemplo, abordar os dados relativos à saúde provenientes de municípios ou setores censitários, realizando uma análise micro, de forma a retratar com maior exatidão os resultados finais inerentes a cada unidade da Federação.

Além disso, pode-se ainda viabilizar o uso de uma de base de dados distinta, de modo a estabelecer uma comparação longitudinal entre os resultados alcançados pela PNS 2013 e esta outra fonte de dados. Esta perspectiva pode evidenciar aspectos ainda não considerados pelo estudo e fornecer mais subsídio para o processo de tomada de decisão em saúde.

REFERÊNCIAS

ACOLET, T. *Modelo de análise de crédito fundamentado no ELECTRE TRI*. 2008. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades Ibmec, Rio de Janeiro, 2008.

ADUNLIN, G.; DIABY, V.; XIAO, H. *Application of multicriteria decision analysis in health care: a systematic review and bibliometric analysis*. Health Expectations. V. 18, Issue 6, 2015.

_____; DIABY, V.; MONTERO, A. J.; XIAO, H. *Multicriteria decision analysis in oncology*. Health Expectations. V. 18, Issue 6, 2015.

AGRANONIK, M. *Equações de estimação generalizadas (GEE): aplicação em estudo sobre mortalidade neonatal em gemelares de Porto Alegre, RS (1995-2007)*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T. (2010) A model for selecting project team members using multicriteria group decision making, Pesquisa Operacional, 30(1), p. 221-236.

ALMEIDA, A T. *Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério*. São Paulo: Atlas, 2013.

_____; MORAIS, D. C.; COSTA, A. P. C. S; ALENCAR, L. H.; DAHER, S. F. D. Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações. São Paulo: Atlas, 2012.

_____; COSTA, A. P. C. S. *Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no PROMETHEE*. Gestão & Produção, v. 9, p. 201-204, 2002.

ALMEIDA FILHO, N. *Epidemiologia sem números*. Rio de Janeiro: Campus; 1989.

_____. O que é saúde? – Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2011.

ANGELO, L. C.; ANGELO, L. C.; RAMOS, F. S.; SOUZA, H. R. Fatores explicativos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para os municípios de Alagoas. Economia Política do Desenvolvimento. Maceió, Vol. 1, N. 6, 2009.

ARAÚJO, J. S.; XAVIER, M. P. O conceito de saúde e os modelos de assistência: considerações e perspectivas em mudança. Revista Saúde em Foco, Teresina, v. 1, n. 1, art. 10, p. 117-149, 2014.

ASMUS, C. I. R. F.; SILVA, A. P.; FILHOTE, M. I. F.; ALONZO, H. G. A.; BUOSI, D.; CÂMARA, V. M. *Estudos de avaliação de risco à saúde humana: uma contribuição para a vigilância em saúde*. Cad. saúde colet., Rio de Janeiro, V. 13, Ed. 1, 2005.

_____; ALONZO, H. G.A.; PALÁCIOS, M.; SILVA, A. P.; FILHOTE, M. I. F.; BUOSI, D.; CÂMARA, V. M.. *Assessment of human health risk from organochlorine pesticide residues in Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil*. *Cad. Saúde Pública* [online]. Vol.24, n.4, 2008.

AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. L.; CAPPI, N.; AYACH, C. *Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos*. Caderno de Geografia, v.22, n.37, 2012.

AYRES, J. R. C. M. Sobre o risco: para compreender a epidemiologia. São Paulo: Hucitec, 1997.

BANA E COSTA, C. A.; CORTE, J. M.; VANSNICK, J. C. *On the mathematical foundations of MACBETH*. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. New York: Springer, p. 409-442, 2005.

BARBOSA ET AL. Depressive symptoms in adolescents in situation of social vulnerability Cad. Saúde Colet., 2016, Rio de Janeiro, 24 (2): 221-227.

BATISTA, R. S.; GOMES, A. P.; MAIA, P. M.; COSTA, I. T.; PAIVA, A. O.; CERQUEIRA, F. R. Modelos de tomada de decisão em bioética clínica: apontamentos para a abordagem computacional. Rev. bioét. (Impr.). 2014.

BIDONE, E. D.; LAYBAUER, L.; CASTILHOS, Z. C.; MADDOCK, J. L. *Environmental risk increase due to heavy metal contamination caused by a copper mining activity in Southern Brazil*. An. Acad. Bras. Ciênc., vol.73, n.2, 2001.

BITTENCOURT, R. J. A tomada de decisão em saúde: como não inventar a roda nos dias atuais e alcançar a fronteira do conhecimento em ciências da saúde. Com. Ciências Saúde. 2014; 25(3 /4): 213-318.

BOAS, C. L. V. *Modelo multicritério de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do Ribeirão João Leite*. 2006**.** 145 f. Dissertação (Mestrado em Economia – Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. *A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making)*. Management Science, v. 31, p. 647-656, 1985.

_____; VINCKE, P. E.; MARESCHAL, B. *How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method*. European Journal of Operational Research**.** v. 24, p. 228-238, 1986.

_____; MARESCHAL, B. *Promethee-Gaia, une Méthodologie d´Aide à La Décision en Présence de Critères Multiples*. Éditions Ellipses, Bruxelles, 2002.

_____; MARESCHAL, B. PROMETHEE methods. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys, Springer Science, Boston, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) / Ministério da Saúde, Secretaria Executiva – Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

_____. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. Vigilância em Saúde / Conselho Nacional de Secretários de Saúde. – Brasília: CONASS, 2007.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Subsecretaria de Assuntos Administrativos. SUS: a saúde do Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria-Executiva, Subsecretaria de Assuntos Administrativos. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2011.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política nacional de atenção básica / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção à Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

_____. Ministério da Saúde. Política Nacional de Saúde Bucal - Programa Brasil Sorridente. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde : PNaPS : revisão da Portaria MS/GM nº 687, de 30 de março de 2006 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância à Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

_____. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2014 Saúde Suplementar: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Saúde Suplementar. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015a.

_____. Ministério da Saúde. Disponível em: < http://portalsaude.saude.gov.br/>. Acesso em 4 de novembro de 2016.

_____. Ministério dos Esportes. Diagnóstico Nacional do Esporte. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015b.

CALDAS, E. D.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. *Aflatoxins and ochratoxin A in food and the risks to human health*. Revista Saúde Pública, Vol. 36, 2002.

CAMPOLINA, A. G.; CICONELLI, R. M. Qualidade de vida e medidas de utilidade: parâmetros clínicos para as tomadas de decisão em saúde. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 19(2), 2006.

CAVALCANTI, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. *Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando Promethee II em situações de incerteza*. Pesquisa Operacional, v.25, n.2, p.279-296, 2005.

CLARO, R. M.; SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, T. P.; PEREIRA, C. A.; SZWARCWALD, C. L.; MALTA, D. C. Consumo de alimentos não saudáveis relacionados a doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, 257 Brasília, 24(2): 257-265, abr-jun 2015.

CLEMENTE, T. R. N. *Estudo de pesos substitutos para o método PROMETHEE II e aplicação m modelo para avaliação de tecnologias críticas*. 2015. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco/PPGEP, Recife, 2015.

COELHO ET AL. Dietary patterns in pregnancy and birth weight. Rev Saúde Pública, 2015.

COMIN NUNES, L.; PINHEIRO, P. R.; CAVALCANTE, T. P.; PINHEIRO, M. C. D. *Handling diagnosis of schizophrenia by a hybrid method*. Computational and Mathematical Methods in Medicine. Volume 2015, Article ID 987298, 13 pages, 2015.

CORRAR, L.J.; PAULO, E; DIAS FILHO, J.M.D. Análise multivariada para cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2009.

COSTA, K. S.; TAVARES, N. U. L.; MENGUE, S. S.; PEREIRA, M. A.; MALTA, D. C.; SILVA JUNIOR, J. B. Obtenção de medicamentos para hipertensão e diabetes no Programa Farmácia Popular do Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 25(1):33-44, jan-mar 2016.

COSTA, P. C. Metodologia aplicada ao cálculo da dimensão fractal de formações urbanas utilizando o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) como critério de seleção. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 71-90, 2014.

CUNHA, U. A. N.; FERREIRA, L. C. IDHM dos Estados da Região Nordeste do Brasil: Histórico e Análise entre 1991 e 2010. Rev. Psic. V.10, N. 30. Supl. 1. Julho/2016.

CZERESNIA, D. *Ciência, técnica e cultura: relações entre risco e práticas de saúde*. Cadernos de Saúde Pública, v. 20, n. 2, p. 447-455, 2004.

DAMACENA, G. N.; SZWARCWALD, C. L.; MALTA, D. C.; SOUZA JÚNIOR, P. R. B.; VIEIRA, M. L. F. P.; PEREIRA, C. A.; MORAIS NETO, O. L.; SILVA JUNIOR, J. B. O processo de desenvolvimento da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil, 2013. Revista Epidemiologia. Serv. Saúde, Brasília 24(2): 197-206, 2015.

DEFECHEREUX, T.; PAOLUCCI, F.; MIRELMAN, A.; YOUNGKONG, S.; BOTTEN, G.; HAGEN, T. P.; NIESSEN, L. W. *Health care priority setting in Norway a multicriteria decision analysis*. BMC Health Services Research, V. 12, Issue 39, 2012.

DHINGRA, R.; LALLY, C.; DARROW, L. A.;KLEIN, M.; WINQUIST, A.; STEENLAND, K. *Perfluorooctanoic acid and chronic kidney disease: Longitudinal analysis of a Mid-Ohio Valley community*. Environmental Research**.** Volume 145, 2016.

DIAS, C. M.; FREITAS, M.; BRIZ, T. Indicadores de saúde: uma visão de Saúde Pública, com interesse em Medicina Geral e Familiar. Rev Port Clin Geral 2007;23:439-50.

DIAZ-LEDEZMA, C.; LICHSTEIN, P. M.; DOLAN, J. G.; PARVIZI, J. *Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection in Medicare Patients: Multicriteria Decision Analysis*. Clinical Orthopaedics and Related Research. V. 472, Issue 11, 2014.

DONG, W. L.; LI, Y. C.; WANG, Z. Q.; JIANG, Y. Y.; MAO, F.; QI, L.; DONG, J. Q.; WANG, L. M. *Self-rated health and health-related quality of life among Chinese residents, China, 2010.* Health and Quality of Life Outcomes. V. 14, Issue 1, 2016.

DRACHLER ET AL. Development and validation of a social vulnerability index applied to public policies of the Unified Health System (SUS). Ciência & Saúde Coletiva, 19(9):3849-3858, 2014.

DUARTE, V. N.; CAVALCANTI, K. A. Produto interno bruto (PIB) versus índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) na microrregião de Dourados/MS. DRd – Desenvolvimento Regional em debate. v. 6, n. 1, p. 120-135, jan./jul. 2016.

EDWARDS, W.; BARRON, F.H. *SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement*. Organizational Behavior and Human Decision Processes, v. 60, p. 306-325, 1994.

FAUSTO, M. A.; CARNEIRO, M.; ANTUNES, C. M. F.; PINTO,J. A. COLOSIMO, E. A. *O modelo de regressão linear misto para dados longitudinais: uma aplicação na análise de dados antropométricos desbalanceados*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(3):513-524, mar, 2008.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisão. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FEDERATION OF EUROPEAN RISK MANAGEMENT ASSOCIATIONS (FERMA). Norma de Gestão de Riscos. AIRMIC, ALARM, IRM: 2002.

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. Como Elaborar Modelo Lógico de Programas: um roteiro básico. Nota Técnica. Brasília: IPEA, 2007.

FIELD, A. Descobrindo a estatística usando o SPSS. – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; PARANHOS, R.; ROCHA, E. C.; SILVA JR, J. A.; MAIA, R. G. Análise de componentes principais para construção de indicadores sociais. Rev. Bras. Biom., São Paulo, v.31, n.1, p.61-78, 2013.

FLEURY, S.; OUVERNEY, A. M. *Política de Saúde: uma política social. In: Políticas e Sistemas de Saúde no Brasil*. Giovanella, L. et al . (Eds.). Fiocruz, CEBES: Rio de Janeiro, 2008.

FREITAS, C. M. *Avaliação de riscos como ferramenta para a vigilância ambiental em Saúde*. *Inf. Epidemiol. Sus* [online]. V.11, n.4, pp. 227-239, 2002.

FREITAS, F. P.; SANTOS, B. M. O. *Irregularidades sanitárias como marcador de risco à saúde: um desafio para a vigilância sanitária*. Vigilância Sanitária em Debate V. 1, Ed.1, 43-51, 2013.

FREITAS, J. S.; COSTA, P. S.; COSTA, L. R.; NAGHETTINI, A. V. *Avaliação de variáveis clínicas e laboratoriais associadas à anemia em pacientes pediátricos em hemodiálise*. Jornal de Pediatria, 2015.

FULOP, N.; ALLEN, P.; CLARKE, A.; BLACK, N. (2001) *Issues in studying the organization and delivery of health services*. In: Studying the Organization and Delivery of Health Services: Research methods. Routledge. London, 2001.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social* / Antônio Carlos Gil. – 4. ed. – São Paulo : Atlas, 1994.

GIRARDI, E. P. Proposição de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Presidente Prudente, 2008.

GOMES, L. F. A. M; GOMES, C. F. S; ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial: Enfoque multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*, Pioneira Thompson Learning: São Paulo, 2004.

_____; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. *Tomada de Decisões em Cenários Complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão*. Cengage Learning: São Paulo, 2011.

GONÇALVES, J. A. C.; LENA, J. C. *Evaluation of risk to human health by natural arsenic contamination in groundwater and soils from the urban area of Ouro Preto (MG)*. Geologia. USP, Série científica, São Paulo, v. 13, n. 2, 2013.

GOULART, B. N. G.; CHIARI, B. M. Construção e aplicação de indicadores de saúde na perspectiva fonoaudiológica - contribuições para reflexão. Rev Soe Bras Fonoaudio\. 11(3):194-204, 2006.

GOUVEIA, G. C.; SOUZA, W. V.; LUNA, C. F.; SOUZA JUNIOR, P. R. B.; SZWARCWALD, C. L. Health care users' satisfaction in Brazil, 2003. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21 Sup:S109-S118, 2005.

GUERRA, M. R.; GALLO, C. V. M.; MENDONÇA, G. A. S. *Risco de câncer no Brasil: tendências e estudos epidemiológicos mais recentes*. Revista Brasileira de Cancerologia, V. 51, Ed. 3, 227-234, 2005.

GUILAM, M. C. R. *O conceito de risco: sua utilização pela epidemiologia, engenharia e ciências sociais*. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

GUILHERMINO NETO, G. Estatística multivariada sobre dados categóricos: contribuições da regressão logística à análise de correspondência múltipla. Monografia de especialização. Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais. 2013.

GUIZARDI, F.L.; CAVALCANTI, F.O. *Health management: nexuses between institutional daily routine and political participation in SUS*. Interface - Comunic., Saude, Educ., v.14, n.34, 2010.

HACON, S.; BARROCAS, P.; SICILIANO, S. *Avaliação de risco para a saúde humana: uma contribuição para a gestão integrada de saúde e ambiente*. Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, V. 13, Ed. 4, 811 – 836, 2005.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise multivariada de dados. – 6. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

HENSEN, K.; LINDSTROM, M.; ROSVALL, M. *Age at smoking initiation and self-rated health among second grade high school boys and girls in Scania, Sweden, a cross-sectional study*. BMC Public Health. V.15, Issue 1, 2015.

HEVEY, D. Consideration of future consequences scale: confirmatory factor analysis. Personality and individual differences. v. 48, p. 654-657, 2012.

HOSSEINI,G.; TEYMOURI, P.; GIAHI, O.; MALEKI, A. *Health risk assessment of heavy metals in atmospheric PM_{10} in kurdistan university of medical sciences campus*. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. Volume 25, Issue 132, 2016.

HUBBARD, D.W. *"How to measure anything: finding the value of 'intagibles' in business"*, John Wiley & Sons, Haboken, 2007.

HUNTER, D. J. & BROWN J. *A review of health management research*. The European Journal of Public Health, V.17, 2007.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL BRASILEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Brasília: PNUD, IPEA, FJP, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a.

_____. Pesquisa de orçamentos familiares: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011b.

_____. Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2014a.

_____. Pesquisa Nacional de Saúde 2013: ciclos de vida. Rio de Janeiro: IBGE, 2014b.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES (IBM). SPSS Statistics. Disponível em: < http://www-03.ibm.com/software/products/pt/spss-statistics >. Acesso em 10 de junho de 2016.

ISER, B. P. M.; STOPA, S. R; CHUEIRI, P. S.; SZWARCWALD, C. L.; MALTA, D. C.; MONTEIRO, H. O. C.; DUNCAN, B. B.; SCHMIDT, M. I. Prevalência de diabetes autorreferido no Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, 305 Brasília, 24(2): 305-314, abr-jun 2015.

IVLEV, I.; LANDOVA, M. *Multicriteria Decision Analysis and Cost Analysis in Health Care Decision Making: A Literature Review*. Value in Health. Volume 17, Issue 7, 2014.

JAIME, P. C.; STOPA, S. R; OLIVEIRA, T. P.; VIEIRA, M. L.; SZWARCWALD, C. L.; MALTA, D. C. Prevalência e distribuição sociodemográfica de marcadores de alimentação saudável, Pesquisa Nacional de Saúde, Brasil 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 24(2): abr-jun 2015.

JANNUZZI, P. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. Revista do Serviço Público Brasília 56 (2): 137-160 Abr/Jun 2005.

JENSEN, L. F.; PEDERSEN, A. F.; ANDERSEN, B.; VEDSTED, P. *Self-assessed health, perceived stresss and non-participation in breast cancer screening: A Danish cohort study*. Preventive Medicine, V. 81, 2015.

JOHNSON, S. R. ET AL. *Multicriteria decision analysis methods with 1000 Minds for developing systemic sclerosis classification criteria*. Journal of Clinical Epidemiology. V.67, Issue 6, 2014.

KAHRAMAN, C.; SUDER, A.; KAYA, I. *Fuzzy multicriteria evaluation of health research investments*. Technological and Economic Development of Economy. V. 20, Issue 2, 2014.

KALO, Z.; HOLTORF, A. P.; ALFONSO-CRISTANCHO, R.; SHEN, J.; AGH, T.; INOTAI, A.; BRIXNER, D. *Need for Multicriteria Evaluation of Generic Drug Policies*. Value in Health. V. 18, Issue 2, 2015.

KASTELLO, J. C.; JACOBSEN, K. H.; GAFFNEY, K. F.; KODADEK, M. P.; BULLOCK, L. C.; SHARPS, P. W. *Self-rated mental health: Screening for depression and posttraumatic stress disorder among women exposed to perinatal intimate partner violence*. Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services. V. 53, Issue 11, 2015.

KEENEY, R.L. Value-focused thinking: A path to creative decision making. Harvard University Press: Cambridge, 1992.

_____; RAIFFA, H. *Decision with Multiple Objectives: Preference and Value Trade-offs*. New York: Wiley, 1976.

KENNEDY, P. A guide to econometrics. 5. Ed. Cambridge: MIT Press, 2003.

KLIGERMAN, D. C.; VILELA, H.; CARDOSO, T. A. O.; COHEN, S. C.; SOUSA, D.; LA ROVERE, E. Sistemas de indicadores de saúde e ambiente em instituições de saúde. iência & Saúde Coletiva, 12(1):199-211, 2007.

KUBRUSLY, L .S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. Pesquisa Operacional. Vol. 21, No. 1, p. 107-117, 2001.

KUEHNLE, D.; WUNDER, C. *The Effects of Smoking Bans on Self-Assessed Health: Evidence from Germany*. Health Economics (United Kingdom). John Wiley and Sons, 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia científica*. 2. Ed. Ampliada. São Paulo: Atlas, 1995.

LANDSTEDT, E.; COFFEY, J.; NYGREN, M. *Mental health in young Australians: a longitudinal study*. Journal of youth studies. V.19, Issue 1, 2016.

LAROS, J. A, O uso da análise fatorial: algumas diretrizes para pesquisadores. Em L. Pasquali (Org.). Análise fatorial para pesquisadores. p. 163-184. Brasília: LabPAM, (2006).

LATTIN, J,; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. Analyzing multivariate data. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LAURENTI, R.; M. H. P. Mello Horge; M. L. Lebrão; S. L. D. Gotlieb. Estatísticas de Saúde. São Paulo, Pedagógica e Universitária, 2ª ed., 1987.

LEE, C. W.; KWAK, N. K. *Strategic Enterprise Resource Planning in a Health-Care System Using a Multicriteria Decision-Making Model*. Journal of Medical Systems. Volume 35, Issue 2, 2011.

LEE, K. M. et al. (2005), Classification and prediction of maize hardness-associated properties using multivariate statistical analyses. Journal of Cereal Science, v. 41, p. 85-93, 2005.

LIMA, M. L. F.; REGO, S. T. A.; BATISTA, R. S. Processo de tomada de decisão nos cuidados de fim de vida. Rev. bioét. (Impr.). 2015; 23 (1): 31-9.

LONGARAY, A. A.; BICHO, M. A.; ENSSLIN, L. *Utilização da MCDA para avaliar os critérios do programa de excelência da qualidade: estudo de caso no pólo naval de Rio Grande*. Sistemas & Gestão, v. 9, n. 3, p. 258-274, 2014.

_____; ENSSLIN, L. *Uso da MCDA na identificação e mensuração da performance dos critérios para a certificação dos hospitais de ensino no âmbito do SUS*. Prod., vol.24, no.1, São Paulo Jan./Mar. 2014.

LOPES, C. S.; SAMPAIO, M. M. A.; WERNECK, G. L.; CHOR, D.; FAERSTEIN, E. *Influência de fatores psicossociais na cessação do tabagismo: evidências longitudinais no Estudo Pró-Saúde*. Rev Saúde Pública, V. 47, Ed. 4, 2013.

LOPES, H. E. G. Opening the black box: considerations on the use of Confirmatory Factor Analysis in research in Business Management. E & G Economia e Gestão, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 19-34, dez. 2005.

LOPES, L. M. B.; SILVA, R. G.; SANTOS, M. A. S. Estimativa de indicadores de degradação ambiental no Estado do Pará: uma análise a partir de modelos estatísticos multivariados. XLIII CONGRESSO DA SOBER Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto, 2005.

LORENZETTI, J.; LANZONI, G. M. M.; ASSUITI, L. F. C.; PIRES, D. E. P.; RAMOS, F. R. S. *Gestão em saúde no Brasil: diálogo com gestores públicos e privados*. Texto Contexto Enferm, Florianópolis, V. 23, 2014.

LOUVAR, J.F. & LOUVAR, B.D. *Health and environmental risk analysis: fundamentals with applications*. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR. 678 p, 1998.

LUCCHESE, P. T. R. *Politicas públicas em saúde pública*. São Paulo: BIREME/OPAS/OMS, 2004.

LUIZ, O. C.; COHN, A. *Sociedade de risco e risco epidemiológico*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, V. 22, 2006.

MACHADO, M. C. *Gestão da saúde e o Plano Nacional 2004/2010*. Cadernos de Economia, Portugal, Ed. No. 80, 2007.

MAIO, S.; BALDACCI, S.; CARROZZI, L.; PISTELLI, F.; ANGINO, A.; SIMONI, M.; SARNO, G.; CERRAI, S.; MARTINI, F.; FRESTA, M.; SILVI, P.; DI PEDE, F.; GUERREIRO, M.;VIEGI, G. *Respiratory symptoms/diseases prevalence is still increasing: a 25-yr population study*. Respiratory Medicine**.** Volume 110, 2016.

MALIK, A. M. SCHIESARI, L. M. C. Qualidade na Gestão Local de Serviços e Ações de Saúde. Série Saúde & Cidadania . São Paulo : Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1998.

MALTA, D. C.; SANTOS, N. B.; PERILLO, R. D.; SZWARCWALD, C. L. Prevalence of high blood pressure measured in the Brazilian population, National Health Survey, 2013. Sao Paulo Med J. 2016; 134(2):163-70.

_____; SANTOS, M. A. S.; STOPA, S. R.; VIEIRA, J. E. B.; MELO, E. A.; REIS, A. A. C. A Cobertura da Estratégia de Saúde da Família (ESF) no Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Ciência & Saúde Coletiva, 21(2):327-338, 2016.

MANDELZWEIG, L.; CHETRIT, A.; AMITAI, T.; OBERMAN, B.; DANIELI, N. S.; SILVERMAN, B.; SADETZKI, S. *Identification of health care needs of long-term breast cancer survivors among Israeli women*. Upportive care in cancer. V. 24, Issue 2, 2016.

MANLY, B. F. J. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. – 3. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2008.

MANOLOTZAS, P.; GRIGOROUDIS, E.; MATSATSINIS, N. *Using Multicriteria Decision Analysis to Evaluate Patient Satisfaction in a Hospital Emergency Department*. Journal of Health Management, V. 16, Issue 2, 2014.

MARESCHAL, B. *Visual PROMETHEE*. Versão 1.4.0.0. Disponível em: < http://www.promethee-gaia.net/software.html >. 2011 - 2013.

MARSHALL, M.N.; SHEKELLE, P.G.; MCGLYNN, E.A.; CAMPBELL, S.; BROOK, R.H.; ROLAND, M.O. Can health care quality indicators be transferred between countries? Qual .Saf. Health Care. 12(1):812, 2003.

MATTOS, R. C. O. C. ET AL. *Avaliação dos fatores de risco relacionados à exposição ao chumbo em crianças e adolescentes do Rio de Janeiro*. *Ciênc. saúde coletiva*. Vol.14, n.6, 2009.

MENEZES, A. M. B.; WEHRMEISTER, F. C.; HORTA, B.; SZWARCWALD, C. L.; VIEIRA, M. L.; MALTA, D. C. Prevalência de diagnóstico médico de asma em adultos brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. REV BRAS EPIDEMIOL DEZ 2015; 18 SUPPL 2: 204-213.

MENEZES, D. B.; POSSAMAI, A. J. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Urbano (IDHM-U): proposta de um novo índice sintético para as regiões metropolitanas. Indic. Econ. FEE, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 73-84, 2016.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

_____; SILVA, A. F. Um exemplo de aplicação de técnicas de estatística multivariada na construção de índices de preços. Nova Economia. Belo Horizonte. v. 7, n. 2, 1997.

MIOT, J.; WAGNER, M.; KHOURY, H.; RINDRESS, D.; GOETGHEBEUR, M. M. *Field testing of a multicriteria decision analysis (MCDA) framework for coverage of a screening test for cervical cancer in South Africa.* Cost Effectiveness and Resource Allocation. V.10, Issue 29, 2012.

MITCHELL, G. Problems and fundamentals of sustainable development indicators. Sustainable Development, v. 4, n. 1, p. 1-11, 1996.

MORAES, R. M.; SOARES, R. A. S. Modelos de Decisão aplicados à Saúde: teoria e prática. Tempus, Revista de saúde coletiva, Brasília, 10(2), 07-10, 2016.

MORAIS, D. C.; CAVALCANTE, C. V. A.; ALMEIDA, A. T. *Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água*. Pesquisa Operacional, v. 30, n. 1, p. 15-32, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da Produção e Operações – 2 . ed. – São Paulo: Cengage Learning, 2015.

MORTON, A. *Aversion to health inequalities in healthcare prioritization: A multicriteria optimization perspective*. Journal of Health Economics. V. 36, p. 164-173, 2014.

MOTTA, J. I. J. *O Processo Saúde/Doença*. In: TEIXEIRA, P. (Org.). Curso de Aperfeiçoamento em Biossegurança On-line. Rio de Janeiro: Educação a Distância EAD/ENSP, 2000. Unidade II. Módulo 7.

MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

NETO, J. M. Estatística multivariada. Revista Filosofia e Ciência. 2004.

NEVES, T. P. N.; GUILAM, M. C. R. *Diminuindo riscos, promovendo vida saudável: o conceito de risco na promoção da saúde.* Salusvita, Bauru, v. 27, n. 3, p. 283-299, 2007.

NORO, L. R. A.; RONCALLI, A. G.; TEIXEIRA, A. K. M. *Contribution of cohort studies in the analysis of oral health in children and adolescents in Sobral, Ceará*. Rev Bras Epidemiol, V. 18, Ed. 3, 2015.

NUNES, A. P. N.; BARRETO, S. M.; GONÇALVES, L. G. *Social relations and self- rated health: The Ageing and Health Project*. Rev Bras Epidemiol, V. 15, 2012.

OBIRI, S.; YEBOAH, P. O.; OSAE, S.;ADU-KUMI, S.; ARMAH, F. A.; ASON, B.; ANTWI, E.; QUANSAH, R. *Human health risk assessment of artisanal miners exposed to toxic chemicals in water and sediments in the presteahuni valley district of Ghana*. International journal of environmental research and public health. Volume 13, issue 1, 2016.

ÖHMAN, E. ET AL. Adaptation and validation of the instrument Clinical Learning Environment and Supervision for medical students in primary health care. BMC Medical Education. 16:308, 2016.

OLIVEIRA, F. E. M. SPSS básico para análise de dados. Rio de Janeiro: Editora Ciencia Moderna Ltda., 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Disponível em: < http://www.paho.org/bra/>. Acesso em 4 de janeiro de 2016.

PADOVANI, A. R.; MORAES, D. P.; MANGILI, L. D.; ANDRADE, C. R. F. *Protocolo Fonoaudiológico de Avaliação do Risco para Disfagia (PARD).* Rev Soc Bras Fonoaudiol., V. 12, Ed. 3, 2007.

PAIM, J. S.; TEIXEIRA, C. F. *Policy, planning and health management: the current understanding*. Revista Saúde Pública, 2006.

PEREIRA, D. V. S.; MOTA, C. M. M. Human Development Index Based on ELECTRE TRI-C Multicriteria Method: An Application in the City of Recife. Social Indicators Research , v. 125, p. 19-45, 2016.

PEREIRA, J. Economia da saúde: um glossário de termos e conceitos. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública; 1998.

PHILIPPI JR., A.; MALHEIROS, T. F. *Saneamento ambiental e saúde pública*. In: *Curso interdisciplinar de Direito Ambiental*. Barueri: Manole, 2005, p. 61.

PITANGA, F. J. G. Epidemiology, physical activity and health. Revista Brasileira de Ciência e Movimento. Brasília, v.10, n. 3, 2002.

PORFÍRIO, B.; GOMES, J.; JANISSEK, P. R. *Avaliação de risco à saúde humana do aterro controlado de Morretes*. Eng Sanit Ambient , v.19, n.4 , 2014.

POVEDA, V. B.; GALVÃO, C. M.; HAYASHIDA, M. *Analysis of risk factors related to the incidence of site infections in gastrosurgeries*. Rev Esc Enferm USP, V. 37, 2003.

PREARO, L. C. O uso de técnicas estatísticas multivariadas em dissertações e teses sobre o comportamento do consumidor: um estudo exploratório. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia e Administração. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

QUEIROZ, E.; ARAÚJO, T. C. C. F. Tomada de decisão em equipe de reabilitação: questões específicas relativas à assistência e à pesquisa. Rev. SBPH, v.9, n.1, Rio de Janeiro, 2006.

REBOUÇAS, M.; PEREIRA, M. G. Indicadores de saúde para idosos: comparação entre o Brasil e os Estados Unidos. Rev Panam Salud Publica. 23(4):237–46, 2008.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE (RIPSA). Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações / Rede Interagencial de Informação para a Saúde - Ripsa. – 2. ed. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

REIS, E. Estatística Multivariada Aplicada. 2ª ed. Editora Silabo: Lisboa, 2001.

RITROVATO, M.; FAGGIANO, F. C.; TEDESCO, G.; DERRICO, P. *Decision-Oriented Health Technology Assessment: One Step Forward in Supporting the Decision-Making Process in Hospitals*. Value in Health. V. 18., 2015.

ROBBINS, L.C.; HALL, J. H. *How to Practice Prospective Medicine*. Methodist Hospital of Indiana; Indianapolis, 1970.

ROCHA, A. B. L.; BARROS, S. M. O. *Avaliação de risco de úlcera por pressão: propriedades de medida da versão em português da escala de Waterlow*. Acta paul. enferm.. V.20, n.2, pp. 143-150, 2007.

ROUQUAYROL, M. Z. Epidemiologia & Saúde. Rio de Janeiro, MEDSI, 1993.

ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aiding*. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAATY, T. L**.** *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.

SABOIA, J.; KUBRUSLY, L. S. Indicadores para o Mercado de Trabalho Metropolitano no Brasil. IE-UFRJ DISCUSSION PAPER. TD 021, 2014.

SALA DE APOIO E GESTÃO ESTRATÉGICA. Ministério da saúde. Brasil. Disponível em: < http://sage.saude.gov.br/>. Acesso em 7 de outubro de 2016.

SANTOS, F. A.; GURGEL JÚNIOR, G. D.; GURGEL, I. G. D.; PACHECO, H. F.; BEZERRA, A. F. B. A definição de prioridade de investimento em saúde: uma análise a partir da participação dos atores na tomada de decisão. Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro,1079-1094, 2015.

SANTOS NETO, E. T.; ALVES, K. C. G.; ZORZAL, M.; LIMA, R. C. D. Maternal Health Policies in Brazil: relations to maternal and child health indicators. Saúde Soc. São Paulo, v.17, n.2, p.107-119, 2008.

SATO, R. C.; ZOUAIN, D. M. Factor analysis for the adoption of nuclear technology in diagnosis and treatment of chronic diseases. Einstein. 10(1):62-6, 2012.

SCARPIN, J. E.; SLOMSKI, V. Estudo dos fatores condicionantes do índice de desenvolvimento humano nos municípios do estado do Paraná: instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, Vol. 41, N. 5, 2007.

SCATENA, ET AL. Validity and reliability of a health care service evaluation instrument for tuberculosis. Rev Saúde Pública 2015;49:7.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Regional do Estado do Paraná. Observatório Regional Base de Indicadores de Sustentabilidade. Construção e Análise de

Indicadores. / Serviço Social da Indústria. Departamento Regional do Estado do Paraná. Observatório Regional Base de Indicadores de Sustentabilidade. – Curitiba: [s.n.], 2010.

SILVA, G. A. R. O processo de tomada de decisão na prática clínica: a medicina como estado da arte. Rev Bras Clin Med. São Paulo, 11(1):75-9, 2013.

SILVA, L. B.; SOARES, E. V. G. Aplicação da ACP na construção de indicadores pró-ativos para tomada de decisão em segurança no trabalho do setor elétrico brasileiro. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos – SP, 2010.

SILVA, M. C.; SILVA, J. D. G.; BORGES, E. F. Análises de componentes principais para elaborar índices de desempenho no setor público. Rev. Bras. Biom., São Paulo, v.33, n.3, p.291-309, 2015.

SILVA, M. G.; CANDIDO, G. A.; MARTINS, G. F. Método de construção do índice de desenvolvimento local sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.11, n.1, p.55-72, 2009.

SILVA, V. B. S.; SCHRAMM, F.; CARVALHO, H. R. C. *O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec*. Production, v. 24, n. 3, p. 548-558, 2014.

SINGH, K.P.; MALIK, A.; SINHA, S. (2005), Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques: a case study. Analytica Chimica Acta, v. 538, p. 355–374, 2005.

SKOLBEKKEN, J. A. *The risk epidemic in medical journals*. Soc Sci Med, V. 40, 1995.

SNYDERMAN, R.; WILLIAMS, R. S. *Prospective Medicine: The Next Health Care Transformation*. In: Academic Medicine,Vol .78, No .11, 2003.

SOARES NETO, J. J.; MACHADO, M. H.; ALVES, C. B. O Programa Mais Médicos, a infraestrutura das Unidades Básicas de Saúde e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Ciência & Saúde Coletiva, 21(9):2709-2718, 2016.

SOÁREZ, P. C.; PADOVAN, J. L.; CICONELLI, R. M. Indicadores de saúde no Brasil: um processo em construção. RAS.Vol. 7, No 27 – Abr-Jun, 2005.

SOUZA JÚNIOR, P. R. B.; FREITAS, M. P. S.; ANTONACI, G. A.; SZWARCWALD, C. L. Desenho da amostra da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. Revista Epidemiologia. Serv. Saúde, Brasília 24(2): 207 - 216, 2015.

SPSS. SPSS Base 10.0 applications guide. Chicago: SPSS, 1999.

SZWARCWALD, C. L.; ET AL. Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil: concepção e metodologia de aplicação. Revista Ciência & Saúde Coletiva, 19 (2): 333 – 342, 2014.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. Using multivariate analysis. Needham Heights: Allyn & Bacon, 2007

TANAKA, O. Y.; TAMAKI, E. D. O papel da avaliação para a tomada de decisão na gestão de serviços de saúde. Ciência & Saúde Coletiva, 17(4):821-828, 2012.

TANCREDI, F.B; BARRIOS, S.R.L; FERREIRA, J.H.G. Planejamento em saúde. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/ Instituto para o Desenvolvimento da Saúde, 1998.

TAVARES, N. U. L.; COSTA, K. S.; MENGUE, S. S.; VIEIRA, M. L. F. P.; MALTA, D. C.; SILVA JUNIOR, J. B. Uso de medicamentos para tratamento de doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, 3151 Brasília, 24(2): 315-323, abr-jun 2015.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L. Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde: desenvolvimento e aplicação em uma companhia estadual. engenharia sanitária e ambiental. Vol. 6 - Nº 3 - jul/set 2001 e Nº 4 - out/dez 2001.

THOKALA, P.; DUENAS, A. *Multiple Criteria Decision Analysis for Health Technology Assessment*. Value in health. V. 15, Issue 15, 2012.

TRONCHIN, D. M. R.; MELLEIRO, M. M.; KURCGANT, P.; GARCIA, A. N.; GARZIN, A. C. A. Subsídios teóricos para a construção e implantação de indicadores de qualidade em saúde. Rev Gaúcha Enferm., Porto Alegre (RS). 30(3):542-6, 2009.

ULLMAN, J. B. Structural equation modeling: Reviewing the Basics and Moving Forward. Journal of personality assessment, 87(1), 35–50, 2006.

VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. John Wiley & Sons, Bruxelles: 1992.

YAVUZ, F. ET AL. Turkish version of Acceptance and Action Questionnaire-II (AAQ-II): A reliability and validity analysis in clinical and non-clinical samples. Klinik Psikofarmakoloji Bulteni - Bulletin of Clinical Psychopharmacology. 26(4):397-408, 2016.

WHO. Global status report on alcohol and health . Switzerland: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdutory econometrics: a modern approach. 2. Ed. South Western: Thomson, 2003.

APÊNDICE A – Variáveis utilizadas na análise fatorial

1. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de qualidade da infraestrutura urbana:
   - ✓ V1 – Proporção de domicílios com água canalizada
   - ✓ V2 – Proporção de domicílios com esgotamento sanitário
   - ✓ V3 – Proporção de domicílios com coleta de lixo
   - ✓ V4 – Proporção de domicílios com energia elétrica

2. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de atendimento do programa ESF:
   - ✓ V5 – Proporção de domicílios com cadastro na unidade saúde da família
   - ✓ V6 – Proporção de domicílios com moradores cadastrados na unidade saúde da família
   - ✓ V7 – Proporção de domicílios que receberam visita agente comunitário de saúde
   - ✓ V8 – Proporção de domicílios que nunca receberam visita agente comunitário de saúde
   - ✓ V9 – Proporção de domicílios que receberam visita agente de endemias

3. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de tabagismo:
   - ✓ V10 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade usuárias atuais de produtos derivados do tabaco
   - ✓ V11 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade fumantes atuais do tabaco
   - ✓ V12 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes diário de tabaco
   - ✓ V13 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes atuais de cigarro
   - ✓ V14 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes atuais de cigarro
   - ✓ V15 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são ex-fumantes de tabaco
   - ✓ V16 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes e tentaram parar de fumar
   - ✓ V17 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes passivos em casa
   - ✓ V18 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes passivos no local de trabalho

- ✓ V19 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que estão expostas mídia pró-tabaco
- ✓ V20 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que estão expostas mídia anti-tabaco
- ✓ V21 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que estão expostas aos maços de cigarro
- ✓ V22 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fumantes e pensam em parar de fumar por conta de advertências nos maços

4. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de qualidade do consumo alimentar

- ✓ V23 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem feijão
- ✓ V24 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem hortaliças e frutas
- ✓ V25 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem carne ou frango
- ✓ V26 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem peixe
- ✓ V27 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem leite
- ✓ V28 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem refrigerante regularmente
- ✓ V29 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem refrigerante açucarado
- ✓ V30 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem doces
- ✓ V31 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem sal em excesso

5. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de alcoolismo

- ✓ V32 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que fazem consumo abusivo de álcool últimos 30 dias
- ✓ V33 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que fazem consumo abusivo de álcool em 4 dias ou mais no últimos 30 dias
- ✓ V34 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem bebida alcoólica uma vez por mês ou mais

- ✓ V35 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem bebida alcoólica uma vez por semana ou mais

6. Variáveis utilizadas em relação ao Índice de sedentarismo
   - ✓ V36 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que praticam o nível recomendado de atividade física no lazer
   - ✓ V37 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade fisicamente ativos no trabalho
   - ✓ V38 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que praticam atividade física no trabalho
   - ✓ V39 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fisicamente ativos no descolamento para suas atividades
   - ✓ V40 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são fisicamente ativos na realização de atividades domésticas
   - ✓ V41– Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que praticam atividade física por 150 minutos ou mais
   - ✓ V42 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que são insuficientemente ativas
   - ✓ V43 – Proporção de pessoas de 18 anos ou mais de idade que assistem televisão por 3 horas ou mais

APÊNDICE B – Resultados inerentes à suposição de normalidade dos dados

AB – 1: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de qualidade da infraestrutura urbana

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test					
		V1	**V2**	**V3**	**V4**
N		27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	96,933	60,641	98,015	99,941
	Std. Deviation	3,6860	30,0791	2,1973	,1217
Most Extreme Differences	Absolute	,291	,129	,202	,465
	Positive	,226	,102	,183	,313
	Negative	-,291	-,129	-,202	-,465
Kolmogorov-Smirnov Z		1,513	,672	1,049	2,414
Asymp. Sig. (2-tailed)		,021	,757	,222	,000
a. Test distribution is Normal.					
b. Calculated from data.					

AB – 2: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de atendimento do programa ESF

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
		V5	**V6**	**V7**	**V8**	**V9**
N		27	27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	57,719	60,270	47,711	15,070	71,00
	Std. Deviation	17,0171	16,7797	13,4449	7,9191	13,479
Most Extreme Differences	Absolute	,110	,106	,134	,128	,168
	Positive	,073	,071	,104	,128	,133
	Negative	-,110	-,106	-,134	-,074	-,168
Kolmogorov-Smirnov Z		,572	,553	,695	,666	,873
Asymp. Sig. (2-tailed)		,899	,920	,720	,767	,431
a. Test distribution is Normal.						
b. Calculated from data.						

AB – 3: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de tabagismo

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test														
		V10	**V11**	**V12**	**V13**	**V14**	**V15**	**V16**	**V17**	**V18**	**V19**	**V20**	**V21**	**V22**
N		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	14,615	14,304	11,948	13,996	15,796	50,907	7,356	11,319	14,537	26,826	53,985	83,922	50,585
	Std. Deviation	2,2686	2,1319	2,2848	2,1772	3,8837	4,1113	4,6426	2,3127	3,4155	5,1475	6,7363	6,1156	5,4841
Most Extreme Differences	Absolute	,170	,183	,113	,163	,094	,137	,157	,069	,126	,090	,158	,106	,092
	Positive	,170	,183	,113	,163	,094	,137	,157	,061	,101	,090	,158	,085	,092
	Negative	-,117	-,098	-,090	-,089	-,065	-,121	-,111	-,069	-,126	-,077	-,128	-,106	-,081
Kolmogorov-Smirnov Z		,883	,949	,589	,849	,491	,711	,817	,357	,654	,469	,823	,549	,479
Asymp. Sig. (2-tailed)		,417	,328	,879	,466	,970	,693	,517	1,000	,786	,980	,508	,923	,976
a. Test distribution is Normal.														
b. Calculated from data.														

AB – 4: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de qualidade do consumo alimentar

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test									
		V23	**V24**	**V25**	**V26**	**V27**	**V28**	**V29**	**V30**	**V31**
N		27	27	27	27	27	27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	68,830	34,433	36,893	59,733	61,256	21,652	20,981	18,726	5,259
	Std. Deviation	17,0359	8,7597	8,7748	15,6062	6,6085	5,6540	5,3862	5,7283	2,9014
Most Extreme Differences	Absolute	,264	,112	,149	,102	,102	,113	,111	,096	,149
	Positive	,150	,112	,149	,069	,069	,073	,078	,094	,149
	Negative	-,264	-,096	-,124	-,102	-,102	-,113	-,111	-,096	-,101
Kolmogorov-Smirnov Z		1,374	,583	,773	,528	,528	,586	,577	,501	,776
Asymp. Sig. (2-tailed)		,046	,885	,589	,943	,943	,882	,893	,963	,584
a. Test distribution is Normal.										
b. Calculated from data.										

AB – 5: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de alcoolismo

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
		V32	**V33**	**V34**	**V35**	**V32**
N		27	27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	24,896	22,522	27,189	14,185	7,122
	Std. Deviation	4,2025	3,8925	5,7156	2,3563	2,6199
Most Extreme Differences	Absolute	,084	,066	,134	,095	,114
	Positive	,084	,060	,134	,095	,114
	Negative	-,057	-,066	-,068	-,064	-,078
Kolmogorov-Smirnov Z		,434	,345	,694	,494	,591
Asymp. Sig. (2-tailed)		,992	1,000	,721	,968	,876
a. Test distribution is Normal.						
b. Calculated from data.						

AB – 6: Teste de normalidade das variáveis utilizadas na obtenção do Índice de sedentarismo

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test									
		V36	**V37**	**V38**	**V39**	**V40**	**V41**	**V42**	**V43**
N		27	27	27	27	27	27	27	27
Normal Parameters[a,,b]	Mean	22,359	32,863	13,830	28,404	15,659	11,233	47,367	28,619
	Std. Deviation	3,3838	3,9318	2,3412	6,2312	2,4450	1,8831	4,2590	5,1814
Most Extreme Differences	Absolute	,177	,117	,131	,101	,173	,149	,118	,099
	Positive	,177	,112	,128	,100	,091	,114	,118	,099
	Negative	-,127	-,117	-,131	-,101	-,173	-,149	-,116	-,075
Kolmogorov-Smirnov Z		,921	,607	,682	,524	,901	,774	,614	,515
Asymp. Sig. (2-tailed)		,364	,855	,741	,946	,392	,587	,845	,953
a. Test distribution is Normal.									
b. Calculated from data.									

APÊNDICE C – Matrizes de correlação para os indicadores de risco

AC – 1: Matriz de correlação do Índice de qualidade da infraestrutura urbana

	V1	V2	V3	V4
V1	1,000	,579	,717	,032
V2	,579	1,000	,572	,309
V3	,717	,572	1,000	,190
V4	,032	,309	,190	1,000

AC – 2: Matriz de correlação do Índice de atendimento do programa ESF

	V5	V6	V7	V8	V9
V5	1,000	,998	,844	-,756	,392
V6	,998	1,000	,846	-,767	,395
V7	,844	,846	1,000	-,868	,213
V8	-,756	-,767	-,868	1,000	-,314
V9	,392	,395	,213	-,314	1,000

AC – 3: Matriz de correlação do Índice de tabagismo

	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22
V10	1,000	,991	,875	,986	,313	,177	,031	,376	,163	,224	,352	,031	,423
V11	,991	1,000	,887	,995	,336	,164	,034	,343	,109	,269	,339	,070	,383
V12	,875	,887	1,000	,892	,281	,140	,232	,198	,006	,484	,362	,214	,372
V13	,986	,995	,892	1,000	,339	,173	,065	,327	,095	,262	,318	,097	,386
V14	,313	,336	,281	,339	1,000	,322	,385	,281	-,076	,196	,218	,200	,147
V15	,177	,164	,140	,173	,322	1,000	,090	,271	,088	-,179	,190	,006	,335
V16	,031	,034	,232	,065	,385	,090	1,000	-,240	-,244	,367	,079	,376	,375
V17	,376	,343	,198	,327	,281	,271	-,240	1,000	,449	,085	,372	-,155	,214
V18	,163	,109	,006	,095	-,076	,088	-,244	,449	1,000	-,235	,259	-,332	,125
V19	,224	,269	,484	,262	,196	-,179	,367	,085	-,235	1,000	,369	,434	,024
V20	,352	,339	,362	,318	,218	,190	,079	,372	,259	,369	1,000	,086	,132
V21	,031	,070	,214	,097	,200	,006	,376	-,155	-,332	,434	,086	1,000	,320
V22	,423	,383	,372	,386	,147	,335	,375	,214	,125	,024	,132	,320	1,000

AC – 4: Matriz de correlação do Índice de qualidade do consumo alimentar

	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30	V31
V23	1,000	,054	,255	-,554	-,082	-,183	-,190	,433	-,367
V24	,054	1,000	,336	-,248	,399	,564	,553	,108	,341
V25	,255	,336	1,000	-,572	,516	,508	,516	,284	,546
V26	-,554	-,248	-,572	1,000	-,041	-,277	-,248	-,685	-,269
V27	-,082	,399	,516	-,041	1,000	,320	,349	-,153	,091
V28	-,183	,564	,508	-,277	,320	1,000	,995	,183	,621
V29	-,190	,553	,516	-,248	,349	,995	1,000	,130	,600
V30	,433	,108	,284	-,685	-,153	,183	,130	1,000	,291
V31	-,367	,341	,546	-,269	,091	,621	,600	,291	1,000

AC – 5: Matriz de correlação do Índice de alcoolismo

	V32	V33	V34	V35
V35	1,000	,646	,248	,224
V33	,646	1,000	,103	,049
V34	,248	,103	1,000	,986
V35	,224	,049	,986	1,000

AC – 6: Matriz de correlação do Índice de sedentarismo

	V36	V37	V38	V39	V40	V41	V42	V43
V36	1,000	-,095	-,202	-,020	,145	,071	-,448	,192
V37	-,095	1,000	,688	-,041	,033	-,022	-,331	-,496
V38	-,202	,688	1,000	,060	,273	,222	-,456	-,425
V39	-,020	-,041	,060	1,000	,083	,012	-,323	,283
V40	,145	,033	,273	,083	1,000	,942	-,613	,125
V41	,071	-,022	,222	,012	,942	1,000	-,480	,097
V42	-,448	-,331	-,456	-,323	-,613	-,480	1,000	-,042
V43	,192	-,496	-,425	,283	,125	,097	-,042	1,000

APÊNDICE D – Valores dos indicadores de risco em saúde obtidos

AD: Indicadores de risco em saúde por unidade da Federação

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Acre	88,9694	38,8159	18,4467	26,9058	16,2146	-6,0544
Alagoas	89,6174	46,8616	12,6979	18,7602	20,331	-4,5157
Amapá	75,131	19,6415	12,5887	34,5346	23,8952	-4,0796
Amazonas	94,5784	36,0322	11,9656	30,5014	18,574	-7,484
Bahia	111,8972	42,0179	12,7465	23,4552	29,116	-0,5646
Ceará	103,3818	45,7073	16,1849	24,4278	20,7326	-2,6111
Distrito Federal	110,7038	0,3186	10,618	34,2602	26,9574	-2,3298
Espírito Santo	114,7262	41,7901	13,1694	26,815	21,4354	-11,667
Goiás	107,1548	45,9323	13,5815	38,1858	26,5056	-3,8791
Maranhão	92,6426	47,1502	14,8612	22,0408	21,9374	-1,7355
Mato Grosso	101,1806	45,5337	12,4337	30,6854	24,9494	-7,1417
Mato Grosso do Sul	95,7576	55,6085	17,8389	35,314	28,0116	-3,5795
Minas Gerais	114,1218	48,9881	17,6419	31,8428	27,6602	-0,0703
Pará	89,2528	33,0674	12,196	23,4004	20,08	-3,6551
Paraíba	101,0798	58,2738	12,1508	16,2992	16,6664	-5,5473
Paraná	113,6338	33,6561	18,0139	32,8932	27,1582	-2,8656
Pernambuco	99,9784	44,5581	14,7198	23,544	23,3932	-0,6801
Piauí	81,4858	55,001	16,923	22,3388	24,6984	-5,1491
Rio de Janeiro	112,7748	18,6447	12,5608	32,2564	22,7908	-3,2036
Rio Grande do Norte	86,99	41,6521	13,0495	15,931	22,2888	-3,8874
Rio Grande do Sul	113,2972	33,531	14,0478	28,2442	33,0316	-3,3406
Rondônia	73,9554	42,6787	11,6434	26,7002	19,076	-10,6263
Roraima	85,6178	35,2296	13,608	32,8606	21,9374	-6,0017
Santa Catarina	98,2032	55,9066	15,9645	25,6368	29,618	-5,461
São Paulo	114,0768	22,875	14,8366	35,9588	25,7024	-2,828
Sergipe	108,9944	45,6669	11,7675	18,1814	25,1502	-2,4132
Tocantins	95,8672	68,7826	13,6479	33,2378	24,7988	-3,8034

APÊNDICE E – Alternativas e critérios utilizados no modelo multicritério de avaliação dos indicadores de risco em saúde

AE – 1: Alternativas utilizadas do modelo de decisão

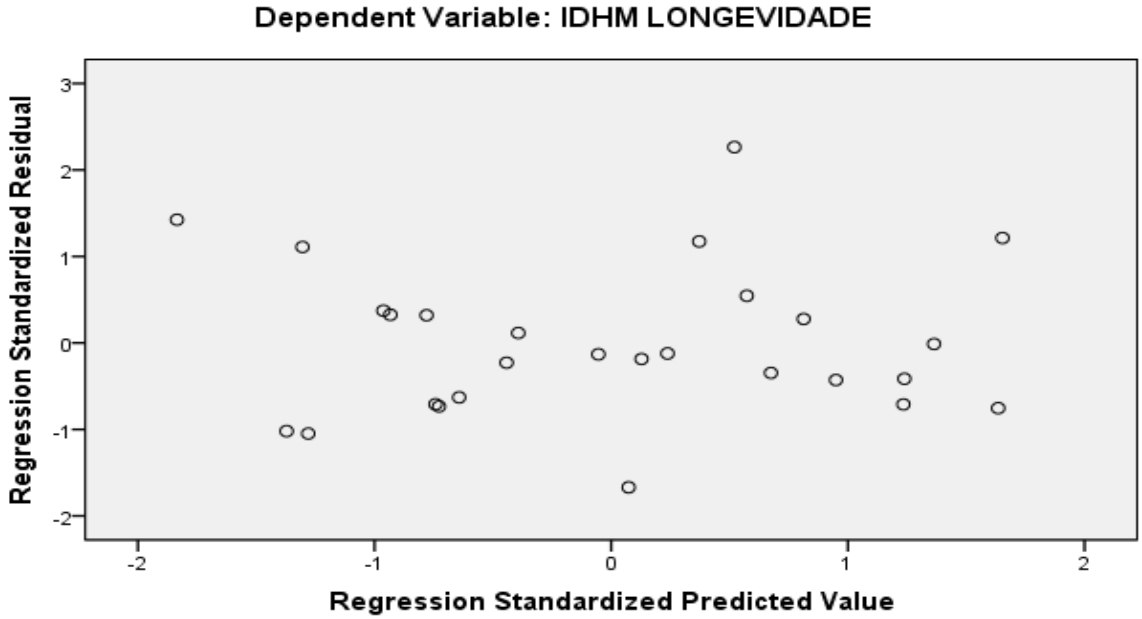
A1	Acre
A2	Alagoas
A3	Amapá
A4	Amazonas
A5	Bahia
A6	Ceará
A7	Distrito Federal
A8	Espírito Santo
A9	Goiás
A10	Maranhão
A11	Mato Grosso
A12	Mato Grosso do Sul
A13	Minas Gerais
A14	Pará
A15	Paraíba
A16	Paraná
A17	Pernambuco
A18	Piauí
A19	Rio de Janeiro
A20	Rio Grande do Norte
A21	Rio Grande do Sul
A22	Rondônia
A23	Roraima
A24	Santa Catarina
A25	São Paulo
A26	Sergipe
A27	Tocantins

AE – 2: Critérios utilizados do modelo de decisão

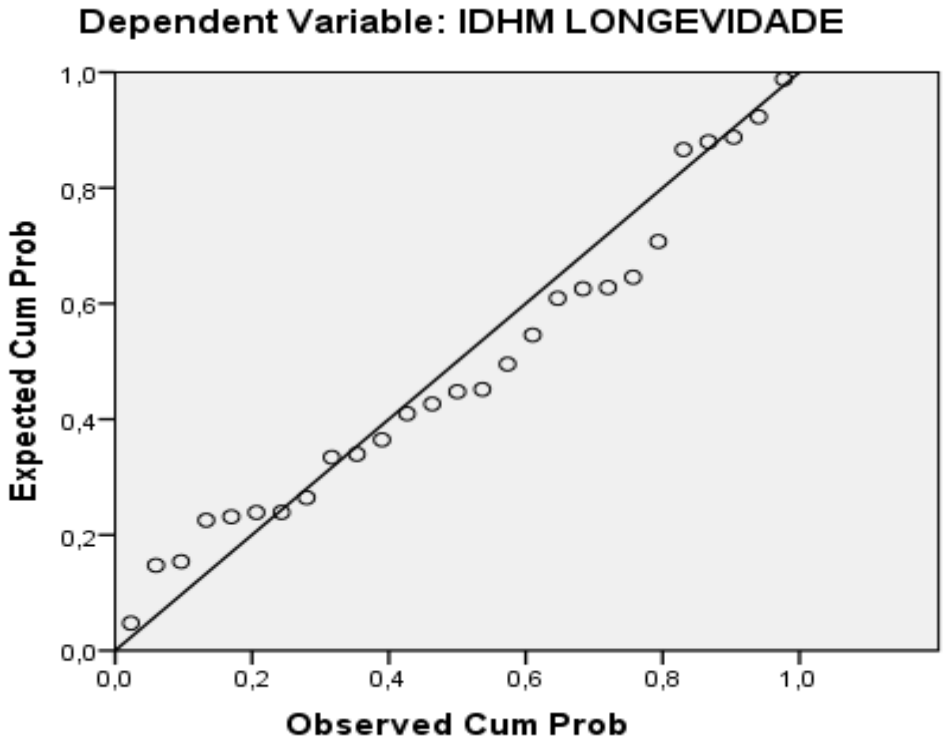
C1	Índice de qualidade da infraestrutura urbana
C2	Índice de atendimento do programa ESF
C3	Índice de ocorrência de tabagismo
C4	Índice de qualidade do consumo alimentar
C5	Índice de alcoolismo
C6	Índice de sedentarismo

APÊNDICE F – Gráfico dos resíduos e normalidade

AF – 1: Gráfico dos resíduos



AF – 2: Gráfico da probabilidade Normal



APÊNDICE G – Resultados da análise de regressão múltipla

AG – 1: Estatísticas de regressão múltipla

R múltiplo	0,879612149
R-Quadrado	0,773717532
R-quadrado ajustado	0,705832792
Erro padrão	0,016528587
Observações	27

AG – 2: ANOVA

	gl	***SQ***	***MQ***	***F***	***F de significação***
Regressão	7	0,018682413	0,0031137	11,39751772	1,4664E-05
Resíduo	20	0,005463884	0,0002732		
Total	27	0,024146296			

AG – 3: Resultados regressão múltipla

	Coeficientes	***Erro padrão***	***Stat t***	***valor-P***	***95% inferiores***	***95% superiores***	***Inferior 95,0%***	***Superior 95,0%***
Interseção	0,607130987	0,039907363	15,213508	1,85385E-12	0,523885686	0,690376288	0,523885686	0,690376288
Variável I1	0,000692574	0,00030719	2,254542 8	0,035530759	5,1786E-05	0,001333362	5,1786E-05	0,001333362
Variável I2	-0,000686532	0,000287259	-2,389944	0,026810077	-0,001285744	-8,7321E-05	-0,001285744	-8,7321E-05
Variável I3	0,00116481	0,00172784	0,674142 5	0,507938395	-0,0024394	0,00476902	-0,0024394	0,00476902
Variável I4	0,001532417	0,000647038	2,368356 8	0,028052542	0,000182719	0,002882114	0,000182719	0,002882114
Variável I5	0,003485115	0,001065086	3,272142 5	0,003812329	0,001263383	0,005706846	0,001263383	0,005706846
Variável I6	-0,004525698	0,001465725	-3,087685	0,005804672	-0,007583147	-0,001468248	-0,007583147	-0,001468248

APÊNDICE H – Resultados da longevidade obtidos através dos indicadores de risco em saúde

AH: Resultados da longevidade obtidos através dos indicadores e do IDHM 2010

Unidades da Federação	Longevidade Indicadores	IDHM Longevidade
AC	0,789	0,777
AL	0,772	0,755
AP	0,815	0,813
AM	0,807	0,805
BA	0,811	0,783
CE	0,788	0,793
DF	0,853	0,873
ES	0,842	0,835
GO	0,834	0,827
MA	0,774	0,757
MT	0,827	0,821
MS	0,824	0,833
MG	0,819	0,838
PA	0,783	0,789
PB	0,759	0,783
PR	0,842	0,830
PE	0,784	0,789
PI	0,789	0,777
RJ	0,830	0,835
RN	0,774	0,792
RS	0,852	0,840
RO	0,798	0,800
RR	0,812	0,809
SC	0,823	0,860
SP	0,845	0,845
SE	0,791	0,781
TO	0,797	0,793

APÊNDICE I – Resultados do ranking PROMETHEE II obtido após a análise de sensibilidade

AI: Ranqueamento após a análise de sensibilidade do modelo

Ordenamento original		**Variação de +5%**		**Variação de +5%**	
Ranking	**Alternativa**	**Ranking**	**Alternativa**	**Ranking**	**Alternativa**
1	MG	1	MG	1	MG
2	GO	2	GO	2	GO
3	SP	3	SP	3	SP
4	DF	4	DF	4	TO
5	RJ	5	TO	5	DF
6	TO	6	ES	6	ES
7	ES	7	RJ	7	RJ
8	PR	8	PR	8	PR
9	MS	9	MS	9	MS
10	CE	10	CE	10	CE
11	MT	11	MT	11	MT
12	BA	12	BA	12	PB
13	SE	13	SE	13	BA
14	PB	14	PB	14	SE
15	RS	15	RS	15	RS
16	PE	16	PE	16	PE
17	AM	17	AM	17	AM
18	MA	18	SC	18	SC
18	SC	19	MA	19	MA
20	AP	20	AL	20	AL
21	AL	21	AP	21	AP
22	RR	22	RR	22	RR
23	PA	23	RO	23	RO
23	RO	24	PA	24	PA
25	AC	25	AC	25	AC
26	PI	26	PI	26	PI
27	RN	27	RN	27	RN